



# **Otimização de Layouts e Fluxos Produtivos**

*Catarina Alves da Costa de Oliva Teles*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Mário Amorim Lopes



**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2017-06-09

*Look up at the stars and not down at your feet. Try to make sense of what you see, and wonder about what makes the universe exist. Be curious*

*- Stephen Hawking*

## Resumo

A presente dissertação, realizada no âmbito do mestrado de Gestão da produção, do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, surge da proposta apresentada pela Empresa Indasa com vista à otimização do atual layout e fluxo produtivo da secção de transformação de lixa.

Atualmente, a sobrevivência e superação no mercado de uma empresa dependem muito da sua capacidade de resposta da mesma perante a crescente competitividade que se faz sentir nas diferentes frentes da indústria. Neste sentido, de forma a responder às crescentes exigências do mercado global e manter-se ativa nas diversas vertentes em que está presente, a Indasa, SA investiu num aumento considerável das infraestruturas, em 2013, com vista a se tornar mais eficiente e apta às novas imposições do mercado.

Como tal, este projeto foi uma consequência da reestruturação que ocorreu a nível de *layout* fabril, bem como da motivação da empresa em procurar uma melhoria contínua, reduzindo desperdícios através da otimização da utilização do espaço e recursos disponíveis (humanos, físicos e temporais).

Apurada a existência de cenários passíveis de melhoria, são apresentadas soluções para otimizar o processo e procedimentos utilizados. As propostas e implementação das mesmas são conseguidas com o apoio de ferramentas *Lean*, visando a redução das fontes de desperdício e, consequentemente, aumentando a produtividade.

Para tal foi necessária uma análise dos processos desta secção, identificando fontes de desperdício que estrangulam o fluxo do processo. Para além disso, de forma a projetar um layout com vista à otimização da utilização do espaço disponível, foi também feito o tratamento e análise de dados para definir e dimensionar os produtos e volumes existentes.

A implementação das propostas sugeridas visa a otimização da utilização dos recursos disponíveis e, por sua vez, a redução de tempo dos processos inerentes à secção. Isto foi feito através da diminuição de movimentação dos materiais em curso, definição e dimensionamento dos produtos e projeção de um layout que promove a organização e aumento de produtividade.

# Layouts and Flow Material Otimization

## Abstract

Within the dissertation project inserted in the Master in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto, it was proposed to conduct a master thesis in Indasa Company, in order to optimize the current layout and production flow of the transformation section of Sandpaper.

Currently, the company's ability to adapt to the market depends on its response to the increasing competitiveness throughout the industry. In order to respond to the growing demands of the global market, and to remain its great response, Indasa SA invested in a considerable increase of the infrastructures in 2013. This way, it becomes more efficient and capable of meeting the new requirements.

As such, this project comes from the fact that there has been a restructuring in the layout of the factory, as well as the company's motivation to continuously improve, reducing waste by optimizing the use of space and available resources (human, physical and temporal).

Once the possible scenarios for improvement are identified, solutions are presented to optimize the process and procedures. The proposals and their implementation are achieved through Lean tools, aiming at the reduction of waste and, therefore increasing the productivity.

This required an analysis of the section processes, identifying sources of waste that prevent a continuous flow of the process. In addition, in order to design a layout able to optimize the use of available space, a data treatment and analysis was also done to define and size the existing products and volumes.

The implementation of the suggested proposals aims at optimizing the use of available resources and, in turn, reducing the time of the processes inherent to the section, by reducing the movement of the materials in progress, defining and sizing the products, as well as projecting a Layout that promotes organization and increased productivity.

## Agradecimentos

A realização da presente dissertação representa o encerramento do meu percurso académico e, como tal, a todos aqueles que contribuíram para a minha formação académica e pessoal, os meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, em particular e especialmente aos meus Pais por toda a dedicação, apoio incondicional, paciência, incentivo e carinho demonstrados. Quero agradecer a educação e valores que me transmitiram, responsáveis pelo que sou hoje, o esforço e dedicação que me permitiu chegar aqui e, por fim, agradecer por serem modelos de coragem, acreditarem sempre em mim e por me darem a liberdade de escolher o meu próprio caminho.

Ao meu irmão, por ser o meu modelo a seguir, por tudo o que me ensinou e pelo apoio absoluto.

Ao Francisco, Gonçalo Dias e seus pais por me acolherem como família, por tudo o que fizeram por mim, o meu mais sincero agradecimento.

A todos os meus amigos, pelo companheirismo em todos os desafios que enfrento, pelo apoio e força nas horas mais difíceis e pela amizade e carinho que tanto prezo. Em especial, à Marta Melo, por tudo.

Ao Engenheiro Nelson Santos, o meu sincero agradecimento por todo o apoio, amizade, conhecimento transmitido, prestabilidade, autonomia e confiança que me concedeu ao longo do projeto.

À Indasa, agradeço pela oportunidade de ter feito parte do grupo de trabalho que a constitui e, em particular, quero dirigir um agradecimento especial a todos os colaboradores que acompanharam o meu percurso na empresa, pelo carinho, disponibilidade e amizade com que me receberam.

Ao Professor Mário Amorim Lopes, pela disponibilidade demonstrada e por me acompanhar em todo o percurso.

Por último, a todos os docentes da faculdade que contribuíram para a minha formação académica.

# Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Apresentação da empresa .....	1
1.1.1	Missão e valores .....	1
1.1.2	Produtos.....	2
1.2	O Projeto “Otimização de Layouts e Fluxos Produtivos”.....	4
1.3	Método seguido no projeto.....	5
1.4	Estrutura da dissertação .....	5
2	Revisão Bibliográfica .....	6
2.1	Metodologias Lean.....	6
2.2	Origem da metodologia Lean / Toyota Production System.....	6
2.1.2	Definição e Princípios .....	7
2.1.3	Ferramentas Lean .....	9
2.2	Layout .....	14
2.2.1	Objetivos.....	15
2.2.2	Passos para a elaboração de um layout.....	15
2.2.3	Tipos de Layout .....	16
2.3	Diagrama de Spaghetti.....	18
2.4	Fluxograma .....	19
3	Caso de Estudo .....	20
3.1	Secção da empresa em análise .....	20
3.2	Layout inicial .....	22
3.3	Análise de processos .....	25
3.3.1	Picking .....	25
3.3.2	Gestão de Ferramentarias .....	30
3.3.3	Gestão de Resíduos .....	31
3.4	Análise de Produto e Volumes .....	32
3.4.1	Consumíveis - Embalagens .....	32
3.4.2	Produto acabado .....	33
3.1.3	Refugo .....	34
3.5	Gestão Visual – Organização geral do Layout .....	35
4	Apresentação de resultados e propostas de melhoria .....	36
4.1	Picking.....	36
4.1.1	Implementação .....	37
4.1.2	Impacto.....	38
4.2	Gestão de Ferramentarias .....	40
4.3	Gestão de resíduos.....	41
4.4	Produtos e Volumes.....	42
4.4.1	Consumíveis - Embalagens .....	42
4.4.2	Proposta de alteração de paletes .....	43
4.5	Gestão Visual – Organização geral do Layout .....	44
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro .....	46
5.1	Conclusões .....	46
5.2	Perspetivas de trabalho futuro .....	47
	Referências .....	48
	Anexo A: Estado inicial do Layout da Secção .....	49
	Anexo B: Proposta de Layout para a plataforma d.....	50
	Anexo C: Propostade Layout para a plataforma 2 .....	51
	Anexo D: Proposta de Layout da secção .....	52
	Anexo E: Proposta de Layout da secção .....	53

Anexo F: Proposta de Layout da secção.....	54
Anexo G: Proposta de Layout da secção .....	55



## Índice de Figuras

Figura 1: Classificação do tamanho de grão e respetiva aplicação .....	3
Figura 2: Fluxo de produção da lixa .....	4
Figura 3: Diagrama de Gantt do presente projeto .....	5
Figura 4 : Três tipos de desperdício .....	7
Figura 5 :Exemplo ilustrativo da aplicação da análise 5 Why's .....	10
Figura 6: Passos para a realização de um VSM, adaptado de Rother e Shook (1999) .....	13
Figura 7: Ilustração de layout funcional (Chase, Jacobs e Aquilano 2011) .....	17
Figura 8: Diferentes exemplos de Layouts por produto (Chase, Jacobs e Aquilano, 2011) .....	17
Figura 9: Ilustração de um layout de células de produção (Chase, Jacobs e Aquilano, 2011) .....	18
Figura 10: Exemplo de um diagrama de spaghetti .....	19
Figura 11: Exemplo de um fluxograma .....	19
Figura 12: Transportador aéreo Hjort .....	21
Figura 13: Mapa de fluxo de valor simplificado do processo na área de transformação .....	22
Figura 14: Planta do chão de fábrica com vista à identificação das várias secções .....	23
Figura 15: Layout da secção em estudo (ver Anexo A) .....	23
Figura 16: Fluxograma do processo de embalagem da secção .....	25
Figura 17: Diagrama Spaghetti das deslocações efetuadas na secção .....	27
Figura 18: Ilustração do cálculo de reaprovisionamento das paletes dos produtos que constituem o buffer .....	29
Figura 19: Equação do cálculo de FTEs .....	29
Figura 20: Resultados do cálculo do tempo consumido em deslocações de transporte de material .....	29
Figura 21: Cálculo das distâncias percorridas segundo três diferentes cenários .....	30
Figura 22: Diagrama de Spaghetti Traço amarelo: cartão e plástico Traço vermelho: refugo .....	31
Figura 23: Dados de consumo de cartão e plástico no ano de 2016 .....	32
Figura 24: Ilustração de uma mesa de trabalho no estado atual (Esquerdo) e proposto (Direito) .....	39
Figura 25: Diagrama de Spaghetti com a nova localização das prensas .....	41
Figura 26: Disposição atual dos produtos na secção .....	44
Figura 27: Proposta de melhoria para a disposição dos produtos .....	45

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Distância percorrida por cada operador nas diferentes mesas de trabalho .....	28
Tabela 2: Tabela de referências da análise de Pareto – Quantidade consumida .....	33
Tabela 3: Tabela de referências da análise de Pareto – Contagem de consumos .....	33
Tabela 4: Tabela de resultados do dimensionamento .....	34
Tabela 5: Tabela de resultados do dimensionamento da zona de acumulação de refugo .....	34
Tabela 6: Dimensionamento da zona de abastecimento .....	38
Tabela 7: Distâncias percorridas e tempo consumido no abastecimento de embalagens (situação atual) .....	39
Tabela 8: Distâncias percorridas Estado atual Vs Proposta .....	41
Tabela 9: Capacidade em paletes de cada cenário .....	43

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Ilustração da Análise de Pareto .....	14
Gráfico 2: Análise de Pareto baseado na quantidade de embalagens consumidas .....	32
Gráfico 3: Análise de Pareto baseado na quantidade vezes que a embalagem é consumida .....	33
Gráfico 4: Distância percorrida em deslocações no âmbito do abastecimento de embalagens (situação atual) ..	39
Gráfico 5: Quantidades consumidas por semana dos Skus a remover do buffer .....	42
Gráfico 6: Quantidades consumidas por semana dos Skus a introduzir no buffer.....	42

## Siglas

**FEPA** - Federação Europeia de Produção de Abrasivo

**TPS** - Toyot Production System

**5S** - Seiri-Seiton-Seiso-Seiketsu-Shitsuke

**Muda** - Palavra de origem Japonesa que significa “desperdício”

**Kanban** - Palavra de origem Japonesa que significa “cartão de sinalização”

**Gemba** - Palavra de origem Japonesa que significa “chão de fábrica”

**SDCA**- Standard-Do-Check-Act

**PDCA** - Plan-Do-Check.Act

**Kaizen** - Palavra de origem Japonesa que significa “mudança para melhor”

**Mizusumashi** - Palavra de origem Japonesa que se refere ao operador logístico

**VSM** - Value Stream Mapping (Mapa de fluxo de valor)

**AGV** - Auto Guided Vehicle

**LGV**- Laser Guided Vehicle

**FIFO** - First in First Out

**SKU** - Stock Keeping Unit

**ERP** - Enterprise Resource Planning

**FTE** - Full Time Equivalent

## **1 Introdução**

Este capítulo visa a contextualização do projeto e apresentação da empresa na qual a presente dissertação foi desenvolvida. O projeto de dissertação que esteve na origem do presente relatório desenvolveu-se na empresa INDASA com vista à optimização do layout e fluxos produtivos da zona da transformação

### **1.1 Apresentação da empresa**

A Indasa – Indústria de Abrasivos S.A., sediada em Aveiro, é um dos principais fabricantes europeus de tecnologia abrasiva de alto desempenho e especializa-se na produção de abrasivos flexíveis, com uma ampla gama de produtos e serviços que respondem às necessidades de um mercado com um vasto espectro de indústrias de manufatura e serviços.

Com um crescente foco no mercado internacional, a empresa conta atualmente com sete filiais comerciais (Espanha, Reino Unido, França, Alemanha, Brasil, Polónia e Estados Unidos) e o seu mercado de exportação abrange os cinco continentes, sendo que 90% da produção destina-se a mais de 100 países (Indasa, s.d).

A Indasa, S.A foi fundada a 4 de Dezembro de 1979 pelo Eng. Benjamim Santos com vista à produção de lixas de alta qualidade, fundamentalmente para o mercado externo do setor da repintura automóvel. Em Novembro de 1980, deu-se início à produção e após cinco meses à sua comercialização.

Desde então, a empresa ampliou as suas instalações em 2001 e em 2013. O projeto inicial incorporou uma reestruturação dos sistemas de informação e tecnologias de comunicação, assim como uma ampliação das instalações. Posteriormente, em 2013, investiu-se num aumento considerável das infraestruturas de forma a responder às crescentes demandas do mercado global, tornando-se assim mais eficiente e apta às novas exigências.

O carácter inovador da empresa garantido pela Investigação & Desenvolvimento tem vindo a assegurar a qualidade na resposta às necessidades e expectativas dos clientes. Paralelamente, resultado de uma aplicação eficiente do “know how”, alta tecnologia, assim como da utilização de matérias primas de alta qualidade, a gama atual da Indasa inclui produtos especializados para diferentes indústrias, tais como a automóvel, marinha e naval, construção e indústrias de madeiras, metais, cerâmica, compósitos, vidro, entre outros.

Assim, a excelência e valores erguidos pela empresa no desenvolvimento, produção e marketing dos abrasivos, disponíveis no seu site na internet (<http://www.indasa-abrasives.com>), proporcionou à empresa um número significativo de certificações reconhecidas mundialmente.

#### **1.1.1 Missão e valores**

A Indasa procura afirmar-se, a nível nacional e internacional, como produtor de marca própria de abrasivos flexíveis de altos padrões de qualidade. Como tal, procura manter índices de

produtividade, qualidade, inovação, flexibilidade e rede de distribuição competitivos com os principais concorrentes mundiais, regindo-se por um conjunto de valores e políticas que refletem a missão da empresa num mercado tão amplo (Indasa, s.d).

Através de um processo permanente de aperfeiçoamento dos seus processos e métodos, a empresa ambiciona responder às expectativas e necessidades da voz do cliente, garantindo os critérios de qualidade dos seus produtos e serviços associados numa perspetiva de optimização de custos que lhe permite competitividade e sustentabilidade.

A focalização no negócio exige uma cultura de qualidade, a qual está sempre preocupada com o impacto ambiental, pelo que é a todos os colaboradores uma postura responsável e sustentável.

Para além disso, há uma constante preocupação na criação de valor através de produtos e serviços inovadores, conseguida através de uma relação transparente e próxima com todos os participantes na cadeia de valor, ou através das equipas técnica e de vendas que possibilitam que a empresa esteja na vanguarda e inove no desenvolvimento dos seus produtos.

A aposta no Know how interno e no desenvolvimento de competências internas, bem como o estabelecimento de parcerias de longo prazo com fornecedores, universidades e centros de investigação, conferem um modelo de negócio e operacional único.

Por fim, a empresa só se compromete e garante aquilo que as suas capacidades o permitem e exige o mesmo dos clientes. Esta postura, valorizada pelos clientes, confere solidez ao negócio e permite à Indasa afirmar com segurança que é uma das empresas mais confiáveis no mercado global de abrasivos flexíveis.

### **1.1.2 Produtos**

A Indasa oferece uma panóplia de produtos que satisfazem as necessidades da indústria de repintura automóvel, assim como para as restantes aplicações industriais. Para além da ampla gama de lixas flexíveis, dispõem também, estrategicamente, de produtos que auxiliam a lixagem.

A empresa tem como core business os abrasivos e, como tal, apresenta uma vasta gama de abrasivos flexíveis de alta performance, capazes de se adequar à sua necessidade no que diz respeito à sua aplicação e características de produto.

Dada a vasta aplicação dos abrasivos flexíveis nos diversos segmentos de mercado, existe, para cada ramo de aplicação, um conjunto de produtos desenvolvidos de forma a ir de encontro com as especificações, do tipo de operação ou material a trabalhar.

De acordo com a aplicação a que o abrasivo se destina, a lixa é transformada na forma geométrica mais adequada, sendo que as mais comuns são as folhas, tiras, discos, rolos e cintas. Para além disso, dentro de cada forma ainda são vários os tamanhos e tipo de grão disponíveis.

Segundo a FEPA, Federação Europeia de Produção de Abrasivos, a classificação do grão é feita consoante o diâmetro. Veja-se a Fig.1

	Designação de Grão ISO/FEPA	Diâmetro de Grão Médio (µm)
Remoção de grandes quantidades de materiais	P12	1815
	P16	1324
	P20	1000
	P24	764
	P30	642
	P36	538
Remoção média de materiais	P40	425
	P50	336
	P60	269
	P80	201
Remoção fina de materiais, em madeiras utilização para preparação de acabamento	P100	162
	P120	125
Remoção muito fina de materiais, em madeiras utilizados para acabamento final	P150	100
	P180	82
	P220	68
Tratamento de superfícies entre pinturas	P240	59
	P280	52.2
	P320	46.2
	P360	40.5
Tratamento fino de superfícies entre pinturas	P400	35.0
	P500	30.2
	P600	25.8
Tratamento final de superfícies após pintura	P800	21.8
	P1000	18.3
	P1200	15.3
Polimento final de superfícies após pintura	P1500	12.6
	P2000	10.3
	P2500	8.4

Figura 1: Classificação do tamanho de grão e respetiva aplicação

Como suporte base são aplicados o papel, tela, fibra, filme de polímero ou espuma. A fixação do abrasivo ao suporte é conseguida através de resinas desenvolvidas especificamente para cada tipo de trabalho.

Frequentemente, a lixa é utilizada manualmente, pelo que não é necessária a imposição de características que confirmem ao produto a capacidade de ser utilizado em processos mecânicos de trabalho. Por outro lado, os sistemas de fixação do abrasivo flexível ao prato da máquina de lixar, através de autocolagem do disco ou por meio de fixação de velcro, introduzem mais um processo de fabrico na cadeia, o último antes da transformação na forma final.

O fabrico da lixa tem início nos equipamentos principais de produção, denominadas PJ's (Máquinas de Produção de Jumbos). Nestes equipamentos são processadas diversas operações em contínuo, originando o semi-acabado de lixa na forma de uma bobine de 940mm de largura (Jumbo).

Antes de o semi-acabado ser transformado nas diversas formas finais, a bobine passa ainda por quatro processos de fabrico (ver Fig.2), onde são desbobinadas e rebobinadas novamente.

No presente projeto, das formas finais possíveis, apenas os discos foram objeto de estudo. Dos produtos finais disponíveis existem várias linhas, as quais, consoante a sua aplicação, apresentam determinadas características.

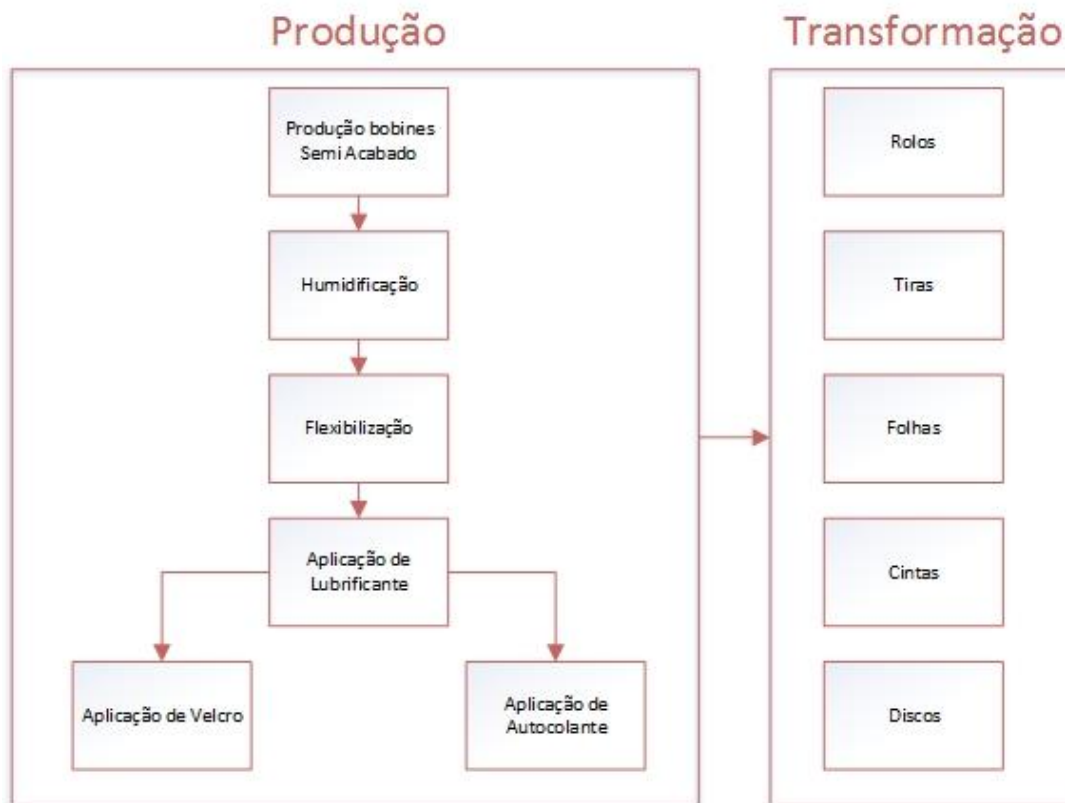


Figura 2: Fluxo de produção da lixa

## 1.2 O Projeto “Otimização de Layouts e Fluxos Produtivos”

O contexto atual em todas as vertentes da indústria é de uma crescente globalização e partilha de informação, o que se tem vindo a refletir num avanço intelectual, tecnológico e consequente competitividade e convergência de mercados. Face a esse crescimento que se faz sentir nos mercados globais, o foco na qualidade de resposta e níveis de serviço tem vindo a desempenhar um papel fulcral e eficiente tanto na competição empresarial como na resposta à crescente exigência por parte do consumidor, no final da cadeia de valor.

Neste sentido, a sobrevivência e superação no mercado da empresa dependem da capacidade da mesma atingir altos níveis de produtividade eficiente. Esta adaptabilidade perante os mercados cada vez mais competitivos é conseguida através de um aumento de rigor sobre o desempenho de processos, desenvolvendo sistemas de produção flexíveis, capazes de corresponder a crescentes desafios bem como expandir-se para outros mercados.

De forma a responder às crescentes demandas do mercado global e manter-se competitiva, a Indasa, SA investiu num aumento considerável das infraestruturas em 2013 com vista a se tornar mais eficiente e apta às novas exigências. Ainda assim, atualmente, com ambição de crescimento, carece de espaço.

Como tal, este projeto surge do facto de ter ocorrido uma reestruturação a nível de *layout* fabril, bem como da motivação da empresa em procurar melhorar continuamente, reduzindo desperdícios através da otimização da utilização do espaço e recursos disponíveis (humanos, físicos e temporais).

Como o próprio nome indica, a presente dissertação visa a otimização dos atuais fluxos e layouts na área de transformação da empresa relativa à transformação de lixas na forma de disco, uma vez que esta mudou de secção.



Assim, estudando o contexto atual de fluxos e disposição de materiais, bem como analisando os produtos, volumes e processos existentes, espera-se identificar possíveis cenários susceptíveis de melhoria e apresentar soluções que satisfaçam os objetivos propostos: diminuição de movimentação de material em curso e produção; organização dos buffers do material em curso; organização dos buffers de componentes; definição das zonas da circulação.

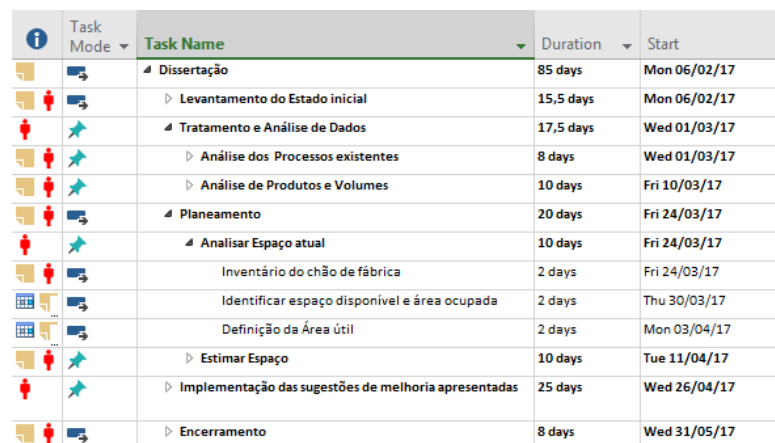
### 1.3 Método seguido no projeto

O planeamento e cumprimento de prazos e metas pré-estabelecidos desempenham um papel fundamental no desenvolvimento e sucesso de um projeto desta envergadura. Como tal, definiu-se um cronograma de gantt que divide o projeto em essencialmente quatro diferentes fases.

Numa fase inicial, após integração na empresa através de formações nos vários departamentos, foi feito um levantamento do estado inicial em que, perante o contexto encontrado, definiram-se as metas e objetivos do projeto.

Posteriormente, foi então feito o tratamento e análise de dados, onde se analisou os processos existentes assim como os produtos e volumes que os envolvem. De seguida, focou-se o estudo no espaço de fábrica com vista à sua otimização.

Por fim, registou-se e procurou-se validar as propostas de melhoria, sugeridas durante o projeto, para implementação.



Task Mode	Task Name	Duration	Start
	▲ Dissertação	85 days	Mon 06/02/17
	▷ Levantamento do Estado inicial	15,5 days	Mon 06/02/17
	▲ Tratamento e Análise de Dados	17,5 days	Wed 01/03/17
	▷ Análise dos Processos existentes	8 days	Wed 01/03/17
	▷ Análise de Produtos e Volumes	10 days	Fri 10/03/17
	▲ Planeamento	20 days	Fri 24/03/17
	▲ Analisar Espaço atual	10 days	Fri 24/03/17
	Inventário do chão de fábrica	2 days	Fri 24/03/17
	Identificar espaço disponível e área ocupada	2 days	Thu 30/03/17
	Definição da Área Útil	2 days	Mon 03/04/17
	▷ Estimar Espaço	10 days	Tue 11/04/17
	▷ Implementação das sugestões de melhoria apresentadas	25 days	Wed 26/04/17
	▷ Encerramento	8 days	Wed 31/05/17

Figura 3: Diagrama de Gantt do presente projeto

### 1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação procura descrever sucintamente os principais aspetos resultantes do projeto desenvolvido durante um período de cinco meses na Indasa. No que diz respeito à organização, encontra-se estruturada em cinco capítulos.

O primeiro capítulo é dedicado à apresentação da empresa e projeto nela desenvolvido, assim como os objetivos a que se propõe a metodologia adotada. O segundo capítulo refere-se ao trabalho bibliográfico que suporta teoricamente os temas abordados na dissertação. No terceiro capítulo é feita a caracterização do contexto inicial, em que o foco de estudo foi o fluxo, layout e disposição de materiais inerentes à área de transformação da empresa, assim como a apresentação dos problemas identificados. No quarto capítulo são expostas as soluções de melhoria propostas perante o cenário encontrado.

Por fim, no quinto capítulo, apresentam-se as conclusões do trabalho desenvolvido, juntamente com perspetivas de trabalhos futuros relacionados com o presente projeto.

## **2 Revisão Bibliográfica**

Neste capítulo é feita uma revisão e análise dos principais conceitos abordados no desenvolvimento do projeto, relevante para a compreensão da dissertação.

Como tal, é feito um enquadramento teórico do pensamento Lean, os seus princípios e metodologias, úteis para o desenvolvimento do projeto, no qual a filosofia se assenta.

### **2.1 Metodologias Lean**

### **2.2 Origem da metodologia Lean / Toyota Production System**

O conceito Lean surge com o aparecimento do Toyota Production System, após a Segunda Guerra Mundial no Japão, na Toyota Motor Company, com a necessidade de melhorar o sistema de produção face à qualidade da concorrência que não conseguiam acompanhar. Durante a década de 1950, perante a crise económica e escassez de recursos que se enfrentava, o então presidente da Toyota, Eiji Toyoda, e o engenheiro Taichii Ohnon viajam até aos Estados Unidos de forma a estudar o mercado concorrente e perceber o que os diferenciava, mais concretamente, a Ford. (Liker e Meier,2006)

Após o estudo incidido na fábrica foram detetadas algumas falhas, entre as quais a sobreprodução que levava ao desgaste das máquinas, grandes acumulações de material e tardia percepção de erros. O desnivelamento sentido comparativamente à fábrica da Toyota no Japão devia-se essencialmente à existência de perdas em todo o processo de produção.

Assim, com base nesta premissa, a Toyota reconstruiu todas as suas fábricas com vista à eliminação de todos os desperdícios, todas as atividades existentes que não acrescentam valor ao produto, orientando a atenção para a satisfação do cliente e aumento da qualidade do produto. (Womack, Jones e Ross, 1990).

Foi assim que surgiu o TPS, com consciência da sua realidade económica e coerentes com os recursos disponíveis, afastaram-se da produção em massa e concentraram-se numa constante procura pela eliminação de desperdícios, produzindo apenas o necessário, quando necessário e nas quantidades necessárias. O TPS veio substituir o sistema de push flow e promover a produção em pull flow, evitando o desperdício de excesso de produção, através de um foco na vontade do cliente, já que é este que ativa a cadeia de produção, e constante aposta na qualidade.

A filosofia “Lean Manufacturing”, em Português: “Produção magra”, é mencionada no livro “The Machine that changed the world” e, para o caso concreto deste projecto, foi crucial para a aplicação dos princípios Lean na identificação e posterior eliminação de várias formas de desperdício ao longo do processo (Womack, Jones e Ross,1990).

### 2.1.2 Definição e Princípios

A filosofia baseada no TPS visa à identificação e eliminação de desperdícios no processo de produção, os quais representam um custo e não agregam valor ao produto final. Paralela a um método produtivo focado na voz dos clientes, procura garantir a qualidade do produto e evitar excessos, através de um balanceamento de todos os processos produtivos e utilizando um nível de stock ótimo de forma a garantir que os recursos utilizados acrescentam valor ao produto final. (Womack, Jones e Ross, 1990).

De maneira a compreender este pensamento é também necessária a compreensão dos conceitos: valor e desperdício. Valor engloba tudo o que é entregue na forma de produto, ou serviço, que seja de importância para o cliente. Neste sentido, tudo o que contribuiu para a construção do produto/serviço é o que cria valor. Assim, sempre que alguma atividade realizada não acrescenta valor ao produto denomina-se desperdício.

A filosofia Lean defende a envolvimento de todos os colaboradores, desde o operador de linha até ao diretor geral. Desta forma as pessoas sentem-se envolvidas e valorizadas bem como desenvolvem uma sensibilidade para detetar desperdícios e ineficiências, contribuindo para a melhoria contínua e redução dos custos da empresa ao aumentar a qualidade do produto e serviço prestado ao cliente (Coimbra 2013).

Taiichi Ohno, perante a exigência crescente do cliente assume que a única maneira de manter a empresa competitiva, com produtos de qualidade e a preços acessíveis, seria reduzir ao máximo as perdas no sistema produtivo. Esta postura tem vindo a revolucionar mundialmente a forma como as empresas lidam com a produção e, durante o desenvolvimento do TPS, Ohno destacou três tipos de desperdícios recorrentes que não acrescentam valor e devem ser eliminados.

“O desperdício é como o pecado, manifesta-se de várias formas mas resulta sempre no mesmo: mais tempo e mais custo sem benefícios” (Pinto, 2008)

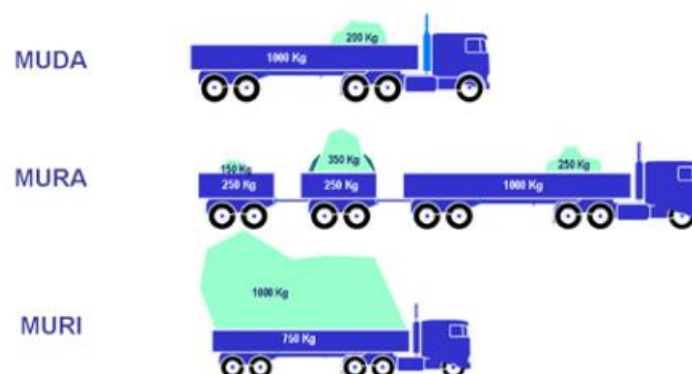


Figura 4 : Três tipos de desperdício

Fonte : [www.cetcon.de/wps/fine\\_pics/intranet/pics\\_52/a/d/muda-mura-muri.gif](http://www.cetcon.de/wps/fine_pics/intranet/pics_52/a/d/muda-mura-muri.gif)

Acedido a 3 de Junho de 2017

O desperdício pode aparecer na forma de *Muda*, *Mura* ou- *Muri*, termos Japoneses explicados subjacentemente.

**Muda:** desperdício que deve ser reduzido ou eliminado, ou seja, todas as atividades que consomem recursos e que não acrescentam valor ao produto.

**Mura:** falta de regularidade ou consistência detetadas nas atividades. Neste tipo de desperdício podem ser incluídas situações relacionadas com picos de produção intensa operadores.

**Muri:** refere-se a toda a atividade que produz sobrecarga de equipamentos ou operadores, para além das suas capacidades. Este tipo de desperdício poderá ser eliminado através da normalização de processos, de modo a uniformizar os processos e as pessoas.

Neste projeto procurou-se a identificação e eliminação dos desperdícios *Muda* que podem ser aplicados a qualquer tipo de negócio, independentemente da dimensão da organização:

### **Sete desperdícios *Muda***

**Produção excessiva:** Considerada a perda mais prejudicial por Ohno, define-se por se produzir além daquilo que é necessário e estabelecido consumindo recursos e produzindo em excesso. Desta forma, desperdiça-se tempo no excesso de produção, que pode ser usado em operações realmente necessárias, assim como produto acabado que pode não ser vendido (ou vendido a preços muito reduzidos).

**Tempo de espera:** O desperdício referente ao tempo de espera ocorre sempre que algum recurso ou equipamento é obrigado a esperar em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de outros recursos. Este desperdício leva a um acréscimo do lead-time e é na maior parte das vezes provocado por um planeamento ineficiente do balanceamento da linha de produção e/ou das operações a realizar.

**Inventário:** O excesso e acumulação de matéria-prima, consumíveis ou produto acabado, também indicador de produção excessiva, origina desperdício não só a nível financeiro como de espaço e tempo. A redução do stock passa por garantir um fluxo estável e contínuo

**Defeitos:** Produzir com defeitos consome tempo, recursos e dinheiro que representam desperdício pois o produto ora é rejeitado ou retrabalhado, o que envolve ainda mais custos. Assim, é aconselhável que o controlo de qualidade do produto seja feito desde o início do processo até ao seu final de forma a se identificar e corrigir o mais cedo possível a causa dos efeitos.

**Movimentação desnecessária:** O desperdício no movimento surge sempre que existem movimentações desnecessárias do operador durante o processo, as quais consomem tempo e não agregam valor ao produto final. Esta situação advém de um planeamento não eficaz das operações, falta de normalização dos processos, assim como da desorganização do ambiente do trabalho. A redução do desperdício passa por redefinir métodos de trabalho e layouts de forma a reduzir a necessidade ou distância de deslocação, bem como pela criação de um fluxo contínuo e normalização de processos.

**Processamento excessivo:** Todas as operações existentes no processo produtivo que não acrescentam valor ao produto final, de carácter repetitivo, dispensável ou fruto de um sequenciamento ineficiente. Devem-se, essencialmente, a uma falta de standardização do processo.

**Transporte de Material:** O transporte entre processos representa um custo e incrementa o tempo de fabrico pelo que, sendo uma atividade que não acrescenta valor, é interpretado como uma perda e deve ser reduzido ao mínimo ou até mesmo eliminado, recorrendo para isso a uma redefinição do Layout.

De forma a eliminar os desperdícios identificados, segundo Womack e Jones (1996) foram definidos cinco princípios que representam um ciclo contínuo:

**Especificação do valor:** A primeira etapa passa por identificar de forma clara as especificações e exigências do cliente perante o produto em causa, uma vez que é este quem define o que representa valor para o produto. Como tal, a necessidade e vontade do cliente

devem ser sempre garantidas, realizando para isso a entrega do produto/serviço no tempo, quantidade e qualidade exigidos.

**Identificar a cadeia de valor:** Desde logo deve ser evidenciada a cadeia de valor desde o fornecedor até ao cliente final de forma a diferenciar os processos que agregam valor, aqueles que apesar de não o fazerem são um “mal necessário” e, por fim, aqueles que não acrescentam qualquer tipo de valor e, por esse motivo, devem ser eliminados.

**Fluxo:** Os processos de trabalhos responsáveis pela fabricação de um produto devem ser concretizados para que exista um fluxo contínuo, com o mínimo de interrupções possíveis. Para tal, a remoção de desperdícios e bottlenecks torna-se indispensável para a diminuição dos tempos de concepção do produto.

**Produção puxada (Pull):** A velocidade de produção deve ser imposta pelo cliente, ou seja, o planeamento das ordens de produção deve-se adaptar às necessidades do cliente. Desta forma, evita-se a acumulação de stock ao longo do processo e os desperdícios inerentes.

**Perfeição:** Procura incessante pela melhoria contínua dos processos e recursos com vista a gerar o valor perfeito para o cliente, cada vez mais eficiente. A sua aplicação exige um esforço por parte de todos os departamentos, uma vez que conhecendo o que é o valor para o cliente e estabelecido o fluxo de valor, deixa de haver “almofadas” de stocks intermédios, facilitando a percepção de desperdícios. Ao seguir estes cinco princípios Lean, revendo os processos e a garantindo que os mesmos estão a agregar valor ao cliente através de uma postura proativa, a empresa mantém o seu nível de serviço e responder de forma eficiente à competitividade que se faça sentir no mercado.

Por fim, ainda que o pensamento Lean tenha surgido na indústria automóvel são várias as indústrias e áreas no contexto atual que adaptam a filosofia à sua realidade.

### 2.1.3 Ferramentas Lean

As diretrizes de mudança de paradigmas apoiadas pela metodologia Lean são aplicáveis através de diversas ferramentas. De seguida apresentam-se algumas das principais e mais relevantes para a realização do presente projeto:

#### Metodologia 5S

A abordagem 5S visa a redução do desperdício e otimização da produtividade promovendo um espaço de trabalho seguro, organizado e limpo. A sua aplicação permite uma melhoria na produtividade e qualidade assim como contribui para a redução de custos e stocks através de uma gestão mais eficiente do espaço disponível

O nome remete para cinco palavras Japonesas que começam pela letra “s”, de forma sequencial, ou seja, juntas representam cinco passos cruciais para atingir a melhoria pretendida. As etapas são:

- Seiri (Organização) - Nesta fase o trabalho começa-se por remover todos os equipamentos desnecessários ao processo, mantendo no ambiente de trabalho apenas o necessário.
- Seiton (Arrumação) - Depois de uma triagem inicial, todos os itens dispensáveis são retirados, procede-se à arrumação daqueles que permaneceram no ambiente de trabalho. Assim, aconselha-se a identificação e organização dos itens de acordo com a sua sequência de trabalho, de modo a que o material mais utilizado fique perto do operador.

- Seiso (Limpeza) - Consiste na manutenção da limpeza do ambiente de trabalho, uma vez que para além de evitar a criação de lixo e desperdícios, promove um ambiente agradável.
- Seiketsu (Normalização) - A quarta fase representa a padronização da atividade de trabalho, garantindo a continuidade das condições físicas e preservando a organização e limpeza no local de trabalho.
- Shitsuke (Autodisciplina) - Por fim, a última etapa passa por garantir a manutenção da metodologia, cumprir os procedimentos e normas anteriormente definidas, procurando uma constante melhoria das mesmas.

## Gestão visual

Paralela à metodologia dos 5S, incorporada no sistema desenvolvido pela Toyota, a gestão visual procura informar o trabalhador através de meios visuais, auxiliando os colaboradores no seu desempenho.

A visão é o sentido através do qual o ser humano consegue adquirir maior quantidade de informação. Desta forma, a gestão visual vem apoiar o aumento de eficiência nas operações, facilitando a recolha de informação de uma forma lógica e intuitiva.

Veja-se, a título ilustrativo, a utilização do *Kanban*. A ferramenta de origem Japonesa garante o funcionamento do sistema pull, em que o processo subsequente retira as partes produzidas no processo precedente, através de um controlo simples e visual do fluxo de materiais, pessoas e informação.

## 5 Why's

A abordagem dos 5 *Why's* é frequentemente usada para ajudar a determinar as relações causa-efeito de falhas e incidentes num processo. A ferramenta permite uma análise pragmática sem que haja recolha de dados. Perguntando cinco vezes “porquê”, consegue-se estruturar o problema, estudar as suas causas, relacioná-las e chegar à raiz que o originou.

Nesta ferramenta começa-se pelo fim a questionar o problema até, depois de ultrapassar as várias etapas, chegar à raiz do mesmo. Veja-se um exemplo da aplicação da análise na seguinte figura (Fig.5).

5 Why Question Table			
Team Members:		Date:	
Problem Statement: On your way home from work your car stopped in the middle of the road.			
Estimated Total Business-Wide Cost: Taxi fare x 2 = \$50, Lost 2 hours pay = \$100, Order was late to Customer because Storemen did not get to work in time to despatch delivery and Customer imposed contract penalty of \$25,000, Lost Customer and all future income from them, estimated to be \$2Million in the next 10 years.			
Recommended Solution: Carry a credit card to access money when needed.			
Latent Issues: Putting all the money into gambling shows lack of personal control and responsibility over money.			
Why Questions	3W2H Answers (with what, when, where, how, how much)	Evidence	Solution
1. Why did the car stop?	Because it ran out of gas in a back street on the way home	Car stopped at side of road	
2. Why did gas run?	Because I didn't put any gas into the car on my way to work this morning.	Fuel gauge showed empty	Contact work and get someone to pick you up
3. Why didn't you buy gas this morning?	Because I didn't have any money on me to buy petrol.	Wallet was empty of money	Keep a credit card in the wallet
4. Why didn't you have any money?	Because last night I lost it in a poker game I played with friends at my buddy's house.	Poker game is held every Tuesday night	Stop going to the game
5. Why did you lose your money in last night's poker game?	Because I am not good at 'bluffing' when I don't have a good poker hand and the other players jack-up the bets.	Has lost money in many other poker games	Go to poker School and become better at 'bluffing'

Figura 5 :Exemplo ilustrativo da aplicação da análise 5 Why's

Fonte: <http://www.lifetime-reliability.com/tutorials/lean-management-methods/How to Use the 51-Whys for Root Cause Analysis.pdf>

Acedido a 22 de Maio de 2017

## Ciclo SDCA & PDCA

A implementação de um ciclo SDCA (*Standard, Do, Check, Act*) é essencial em qualquer processo. Desta forma, primeiramente, com o envolvimento dos colaboradores procede-se à normalização do trabalho, seguido da implementação da norma, verificação dos resultados e, por fim, atuação segundo os resultados. (Coimbra, 2013).

No seguimento da aplicação deste ciclo é essencial a implementação do PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), que partindo da normalização criada pelo SDCA, visa o seu melhoramento.

Em 1950, William Edwards Deming introduz uma ferramenta, conhecida por O ciclo PDCA, introduzido em 1950 por William Edwards Deming, vem ajudar na implementação da melhoria contínua a prevenir o erro. Esta metodologia, associada ao Kaizen, consiste num planeamento minucioso de identificação de possíveis estratégias a realizar e posterior implementação e análise das mesmas. O ciclo é representado pelas seguintes etapas:

- Plan (Planear) - Análise da situação atual, etapa onde é feita uma primeira identificação dos problemas e respetivas causas. Posteriormente, de uma forma cuidada, definem-se os objetivos a atingir e ações de intervenção;
- Do (Executar) - Como o próprio nome indica, refere-se à etapa em que o plano definido anteriormente é executado;
- Check (Verificar) - Após a execução, são medidos e analisados os resultados anteriormente planeados;
- Act (Atuar) - Por fim, decide-se se é vantajoso continuar ou mudar a estratégia. Caso as metas traçadas sejam atingidas as decisões tornam-se efetivas e adota-se o padrão. Caso contrário, repete-se o processo como que um ciclo, até que se consigam alcançar os resultados desejados.

De acordo com Imai (1997), o ciclo PDCA permite uma procura incessante pela melhoria contínua uma vez que, sendo uma metodologia de carácter dinâmico, promove uma insatisfação constante com o estado atual, de carácter dinâmico.

## Kaizen

O conceito Kaizen surgiu na empresa Toyota pouco depois da II Guerra Mundial e tem vindo a ser cada vez mais implementado no contexto empresarial atual como resposta à crescente evolução tecnológica e competição encontrada a nível global.

A expressão é Japonesa e resulta da junção de duas palavras em Japonês: “Kai” significa “mudança” e “zen” que significa “bom”.

Masaaki Imai, fundador e presidente do instituto Kaizen, defende que o Kaizen não se trata apenas de melhoria contínua, mas sim de uma procura constante pela melhoria diária, em todo o lado e em toda a gente. O autor encara o Kaizen como um estilo de vida que deve ser assumido pelas empresas, para que a mudança para o melhor se torne um hábito diário, uma rotina (Coimbra, 2013).

O coração da filosofia Lean tem como objetivo atingir a perfeição a sem a necessidade de requerer investimentos avultados ou mudanças significativas. Contudo, a implementação de novas ideias é dificultada pela inércia (resistência à mudança) e paradigmas dos trabalhadores que acreditam que a alteração de hábitos de trabalho não é benéfica (Coimbra, 2013).

Assim, o Kaizen enfatiza a importância de envolver os colaboradores de todos os níveis da organização, desde os operadores de linha até à administração. O seu foco incide na melhoria do desempenho global da empresa, eliminação de qualquer forma de desperdício bem como

na relação de aumento da produtividade com a qualidade do produto e retorno para os investidores (Imai, 1997).

De acordo com Coimbra (2013) deve haver uma orientação para o *Gemba*, espaço do chão de fábrica onde estão os operadores, onde se acrescenta valor. Nele incidem as mudanças que devem acrescentar valor às atividades e satisfazer os clientes. Como tal, tem de existir um contato real com o *Gemba* e as ações que nele ocorrem de forma a observar e estudar todos os elementos envolventes desse local e promover a produtividade e qualidade. É essencial a integração dos trabalhadores no processo uma vez que para além de expandir os pontos de vista, ajuda no sucesso das mudanças ocorridas.

### **Mizusumashi**

De origem Japonesa, o sistema *Mizusumashi* refere-se ao operador logístico responsável por criar o fluxo logístico interno, movimentar os materiais e informação no chão de fábrica. Para tal, há uma normalização da rota a percorrer, com determinado tempo de ciclo (Coimbra, 2013). A sua implementação vai transferir ao operador a responsabilidade de abastecer a linha de trabalho, através de circuitos padronizados, com as quantidades necessárias no momento certo e no devido local, just-in-time. Desta forma, contribui-se para um fluxo contínuo do produto, pois deixa de haver a necessidade de interromper o fluxo para se abastecer. Para além disso, contribui também para uma melhor gestão de inventário e de espaço.

De acordo com Neves (2009), estas operações são consideradas desperdício. Assim sendo, o transporte deve ser efetuado de preferência em lotes reduzidos, com ciclos frequentes.

O water spider (designação inglesa) representa uma das funções mais importantes de toda a cadeia de produção e pode ser realizada de várias formas: tigger (comboio logístico), a caminhar (operador), de bicicleta ou de empilhador.

A escolha do método depende da distância a percorrer pelo *mizusumashi*, assim como do espaço disponível para a sua implementação, volume e peso do material a transportar. Sendo que o volume do material define o número de carros a ser utilizados.

Com a implementação do sistema a informação é transmitida à medida que as linhas de produção são abastecidas, cumprindo circuitos de frequência e rota normalizados, de forma a garantir que a produção não é afetada pela falta de componentes. Para tal, em cada linha circuito deverão ser recolhidos os contentores vazios, abastecer os contentores com quantidades estipuladas e repetir ciclicamente.

A sua implementação e funcionamento podem operar segundo uma lista de prioridades em que a próxima atividade é operada consoante a sequência de prioridades estabelecida ou seguindo um circuito estabelecido e realizá-lo periodicamente.

Em suma, um abastecimento eficaz, resultante de uma boa implementação, tem como principal objetivo a redução e melhor gestão do inventário. Para além disso, promove também uma melhor gestão de espaço, bem como há um melhor aproveitamento do recurso humano uma vez que o operador deixa de interromper a sua operação para abastecer a sua estação de trabalho.

### **Pull and Push system**

A dinâmica do planeamento de produção industrial pode ocorrer de duas formas distintas: planeamento em *push* ou *pull*.

O termo *Pull* (“puxar”, em inglês) advém do facto de o fluxo do material ser puxado e iniciado pelo consumo ou encomendas do cliente. Neste sistema a procura real do cliente marca o ritmo da operação do processo, o qual só produz a quantidade exigida no momento em que for consumida. A organização em *Pull Flow* promove uma otimização do fluxo do



material e informação, assim como uma redução do inventário uma vez que só são produzidas as quantidades necessárias nas quantidades requeridas pelo cliente, não se produzindo, por isso, para stock.

Ao contrário da filosofia *Pull*, em que o fluxo de informação tem início no cliente e fim no gestor, no sistema *Push* os processos operam em lotes desconectados e independentes do consumo real do cliente, sendo, portanto, baseado em estudos e previsões. Face às flutuações na procura, esta dinâmica tem uma melhor resposta já que a produção é feita para stock. No entanto, significa um aumento de custos.

Em suma, na cadeia de fornecimento, um sistema *Pull* (um dos princípios do pensamento Lean) prima pela redução de stock e custos e, como tal, o processo de produção inicia-se devido a uma encomenda, em oposição ao *Push*, onde a produção é feita consoante as previsões, o que leva a excesso de inventário. Ainda assim, muitas empresas optam por uma conciliação de ambas as filosofias.

### Mapa de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping)

Note-se que para o projeto em causa a realização de um mapa de fluxo de valor não se relevou ser necessária. Contudo, tendo em conta o enquadramento teórico, é uma ferramenta que merece algum destaque.

No contexto da filosofia Lean, o VSM é a ferramenta ideal para avaliar todo o processo produtivo, englobando todas as áreas envolvidas. Nele estão representadas todas as etapas e ações envolvidas no fluxo de informação e material, necessárias à satisfação das exigências do cliente, desde a sua aquisição ao fornecedor até ao consumidor final. Da sua análise é possível identificar todas as fontes de desperdício, fornecendo uma visão global dos processos (Rother e Shook, 1999).

Para a construção de um mapa de fluxo de valor é essencial a compreensão da simbologia utilizada neste tipo de gráfico. Para além disso, a elaboração de um VSM requer o envolvimento de todas as pessoas e departamentos que são considerados na cadeia de valor.

Segundo Rother e Shook (1999), a construção de um mapa de fluxo de valor passa pelas seguintes etapas:

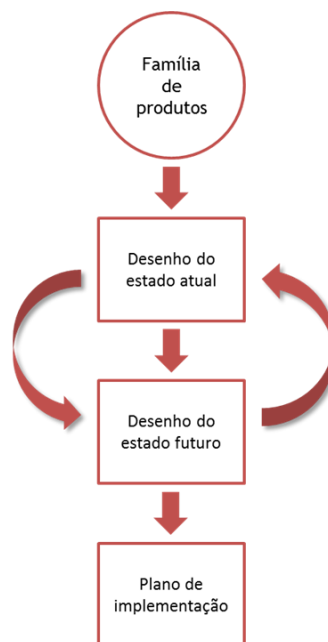


Figura 6: Passos para a realização de um VSM, adaptado de Rother e Shook (1999)

A decisão do produto a ser analisado tem bastante peso na eficácia do mapa, o qual deve ser aquele com mais influência para a empresa ou aquele em que é possível a aplicação de maior número de melhorias.

Após o seguimento das etapas e recolha intensiva de informação, a realização do mapa visa a definição de um estado ideal da cadeia de valor, caracterizado pela ausência de desperdícios na cadeia. Para tal, é necessário encontrar as fontes desses desperdícios e identificar de que maneira estes atuam negativamente no desempenho da cadeia de valor.

### Regra de Pareto

O economista Vilfredo Pareto, no século XIX, após estudar a distribuição de riqueza na sociedade Milaneza constatou que 80% da mesma era controlada por apenas 20% da população (Chase, Jacobs e Aquilano, 2004).

O princípio de Pareto, conhecido como a distribuição ABC ou princípio de escassez do fator, tem vindo a ser adaptado às áreas de gestão da produção na forma de ferramenta de controlo de qualidade. Neste sentido, a consciência de que 80% das consequências advêm de 20% causa permite uma gestão mais eficiente dos recursos conseguida através da realização de um diagrama de Pareto que, ao conferir uma leitura clara, permite a percepção dos problemas que carregam o maior percentual de erros ou desperdícios num processo.

No presente projeto, a ferramenta de melhoria foi utilizada para estudar a rotatividade do stock disponível.

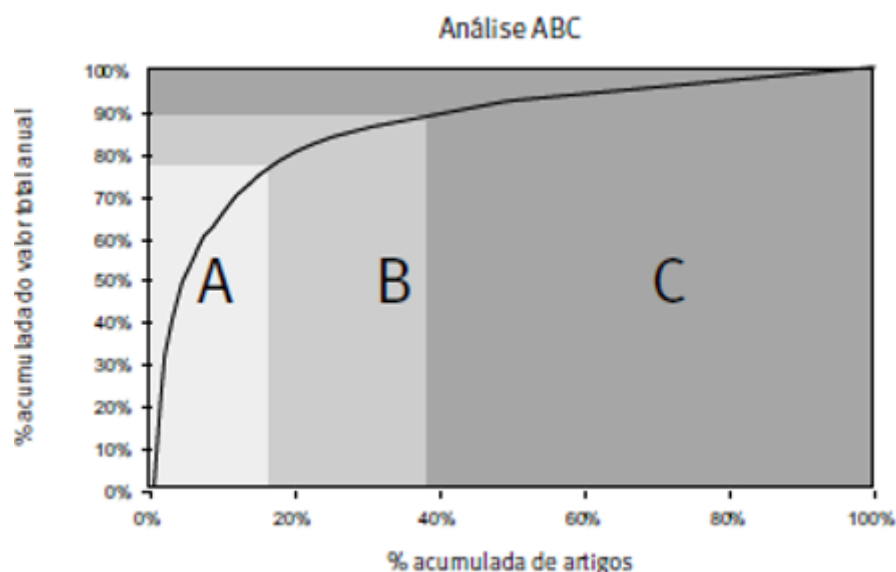


Gráfico 1: Ilustração da Análise de Pareto

## 2.2 Layout

O layout de uma instalação é a forma como os equipamentos e recursos necessários ao seu funcionamento estão dispostos. Neste sentido, o seu planeamento tem grande influência na interação das pessoas, materiais e informação, assim como na maneira como estes fluem durante o processo.

O estudo de layout é de extrema importância, uma vez que é garantida a escolha certa para dar agilidade ao processo. Hajri-Gabouj (2007) afirma que a disposição dos recursos e equipamentos afeta diretamente os custos de produção e produtividade. Assim, uma alocação

racional dos recursos contribui significativamente para o aumento da eficiência das operações e reduções dos custos de movimentação.

Neste sentido, o layout é uma ferramenta crucial para atingir a excelência pois permite eliminar ou reduzir uma percentagem significativa de falhas no processo, levando a melhorias na produtividade e na distribuição dos produtos.

No design do layout tem-se em atenção as movimentações a serem realizadas, uma vez que se quer reduzir a distância entre operários e ferramentas, assim como se pretende um fluxo progressivo, de movimento contínuo e subsequente, sem interrupções. Para além disso, deve-se ter consciência de eventuais futuras alterações e, como tal, deve-se desenhar um layout flexível, uma vez que quanto menos rígido for, maior é a possibilidade de rearranjos económicos face a inúmeras situações que as empresas possam enfrentar.

A categorização do layout varia consoante o autor, e a sua aplicação depende da diversificação dos produtos, quantidades e processos. Ora, Chase, Jacobs e Aquilano (2011) reconhecem quatro diferentes designações: Layout funcional, layout de projeto, linha de montagem e células de produção. Por outro lado, Hasan, Sarkis e Shankar (2012) contemplam cinco: layout de produto fixo, de processo, de produto, de células de trabalho e híbrido, sendo que o último resulta da combinação do layout de processo e de células de trabalho.

O tipo de layout é em grande parte determinado tendo em conta o tipo de produto, processo e volume de produção. Desta forma, conclui-se que os diferentes layouts se confinam a quatro principais designações, explicadas de seguida:

### **2.2.1 Objetivos**

Segundo Martins e Laugeni (2000), na elaboração de um layout procura-se atingir os seguintes objetivos:

- Proporcionar a suficiente capacidade de produção;
- Reduzir custos de manuseamento de recursos;
- Adequar-se às restrições do local;
- Garantir espaço para os equipamentos;
- Permitir elevada utilização e produtividade da mão-de-obra, máquinas e espaço;
- Garantir espaço para áreas de balneário ou outros cuidados pessoais dos operadores;
- Garantir segurança e saúde para os empregados;
- Permitir facilidade de supervisão e manutenção;
- Atingir os objetivos com o menos investimento de capital;
- Promover carga e descarga eficiente de veículo de transporte;
- Permitir facilidade de contagem e de registro de stock;
- Proporcionar conforto e conveniência para o cliente
- Fornecer um ambiente atraente para os clientes;
- Promover a comunicação entre as áreas de trabalho.

### **2.2.2 Passos para a elaboração de um layout**

De acordo com Martins e Laugeni (2000), as etapas para atingir os objetivos traçados e definir um layout de fluxo racional, progressivo, limpo e flexível são:

- Determinar a quantidade a produzir;
- Planejar o todo e depois as partes;
- Planejar o ideal e depois o prático;
- Seguir a sequência: Local - Layout global - Layout detalhado
- Calcular o número de máquinas;
- Selecionar o tipo de layout e elaborar o layout considerando o processo e as máquinas;
- Desenvolver instrumentos que permitam a clara visualização do layout;
- Utilizar a experiência de todos;
- Definir os objetivos (qualidade, quantidade);
- Estabelecer como atingir os objetivos;
- Conhecer a distância apropriada entre as máquinas, as larguras, os corredores de circulação, a altura do prédio, entre os outros;
- Reservar áreas pensando em possíveis alterações;
- Verificar o layout e avaliar a solução;
- Implementar;

### 2.2.3 Tipos de Layout

O tipo de layout é em grande parte determinado tendo em conta o tipo de produto, processo e volume de produção. Desta forma, conclui-se que os diferentes layouts se confinam a quatro principais designações:

#### **Layout de processo**

No layout de processo (ou funcional), como o próprio nome indica, os equipamentos são agrupados em áreas determinadas de acordo com a sua função ou processo em que estão envolvidos. Desta forma, todas as operações semelhantes são agrupadas com vista a aproveitar ao máximo a sua potencialidade. A projeção deste tipo de layout tem em consideração o fluxo do produto e as movimentações interdepartamentais de forma a reduzir as distâncias percorridas e diminuir o lead time. A sua implementação permite uma redução de custos na sua instalação (e.g. instalação elétrica, ar comprimido), grande flexibilidade nos meios de produção, uma supervisão efetiva, assim como uma eventual indisponibilidade de equipamento não tem um impacto tão negativo na produção.

Contudo, exige uma significativa área disponível e as deslocações podem tomar valores elevados, pelo que esta configuração nem sempre é a mais adequada. Para além disso, há uma maior necessidade de maior habilidade de mão-de-obra, inspeção mais frequente, maior manuseio de materiais e, conseqüentemente, o tempo de produção é também maior.

A título ilustrativo, observe-se a Fig.7:

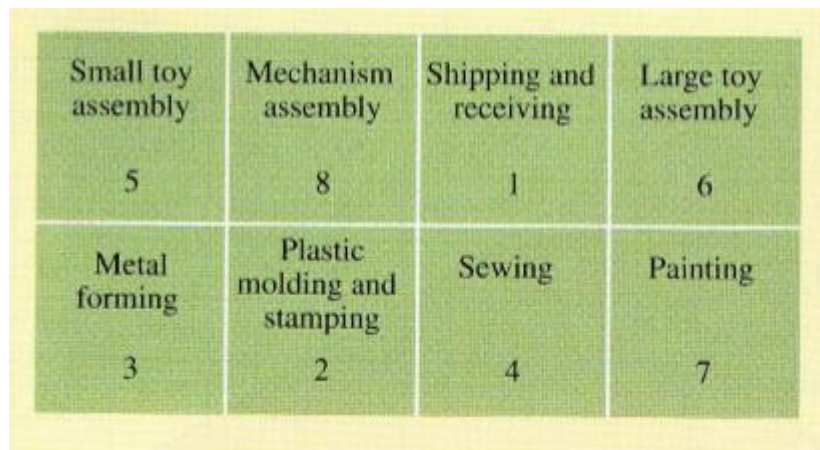


Figura 7: Ilustração de layout funcional (Chase, Jacobs e Aquilano 2011)

### Layout por produto

Uma das principais preocupações numa fábrica é a criação de um fluxo eficiente. Desta forma, o layout orientado para o produto (em linha) é mais desejável que o funcional. Este tipo de layout é frequentemente utilizado quando a gama de produtos é reduzida e a procura elevada.

Neste tipo de Layout, as máquinas e processos envolvidos encontram-se juntos e de forma sequencial de modo a propiciar um fluxo contínuo do produto, bem como materiais, desde o início do processo até ao seu final. Desta forma, com um bom balanceamento de linha é possível estabelecer um lead time bem definido, reduzindo o tempo de processamento total e promovendo uma melhor gestão de espaço.

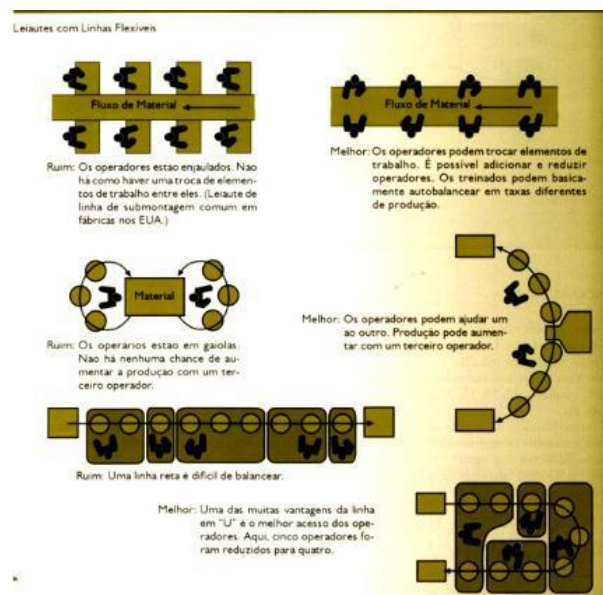


Figura 8: Diferentes exemplos de Layouts por produto (Chase, Jacobs e Aquilano, 2011)

Como evidenciado na figura suprajacente (Fig.8), são várias as configurações possíveis a adotar de forma a ir de encontro ao necessário. Por exemplo, quando se trata de uma linha U, o mesmo operador tem a possibilidade de trabalhar diferentes equipamentos sem comprometer o seu tempo em deslocações, muito mais eficiente que numa linha em L.

## Layout de projeto

Também denominado layout de produto fixo, este tipo de layout é utilizado quando o produto em questão é demasiado grande para ser movido e, como tal, não há fluxo do produto, este fica estático enquanto é transformado, sendo a movimentação feita pelos recursos transformadores, as ferramentas. Veja-se, a título ilustrativo, o caso dos aviões ou navios.

## Células de produção

Este tipo de layout consiste no agrupamento dos equipamentos em diferentes grupos de maneira a que, cada grupo, seja capaz de proporcionar a produção de todos os componentes de uma mesma família. Desta forma, minimiza-se o número de movimentações, bem como a área de trabalho, que se reflete na redução do lead time e inventário.

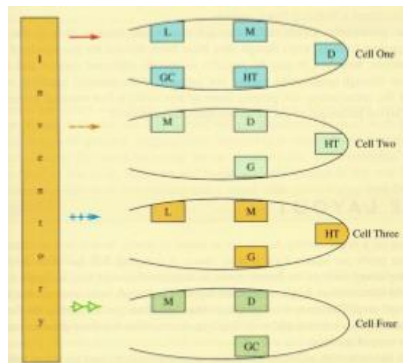


Figura 9: Ilustração de um layout de células de produção (Chase, Jacobs e Aquilano, 2011)

Para além disso, o operador da célula melhora a sua destreza, mantendo o nível de qualidade, bem como o espírito de equipa é reforçado.

## 2.3 Diagrama de Spaghetti

Este tipo de diagrama foi de extrema importância no tratamento e análise de dados do presente projeto, utilizado como ferramenta de melhoria, permitiu a visualização dos movimentos dos produtos e pessoas numa determinada área em estudo. Tendo em conta que os desperdícios encontrados, situações susceptíveis de melhoria foram maioritariamente evidenciados em deslocações, o diagrama de spaghetti foi importante para a percepção desses mesmos desperdícios.

O seu nome advém do facto de, quando finalizado, o diagrama se identificar com “fios” de spaghetti. De fácil compreensão, para a sua elaboração é apenas necessário dispor do layout a analisar e demarcar linhas contínuas para representar os fluxos, como ilustrado na Fig.10. Estudando o diagrama é possível detetar locais congestionados e movimentações desnecessárias que não agregam valor ao produto e, por sua vez, representam um custo. Consoante o objeto de estudo aconselha-se a utilização de cores diferentes para recursos, pessoas ou produtos diferentes de forma a facilitar a leitura.

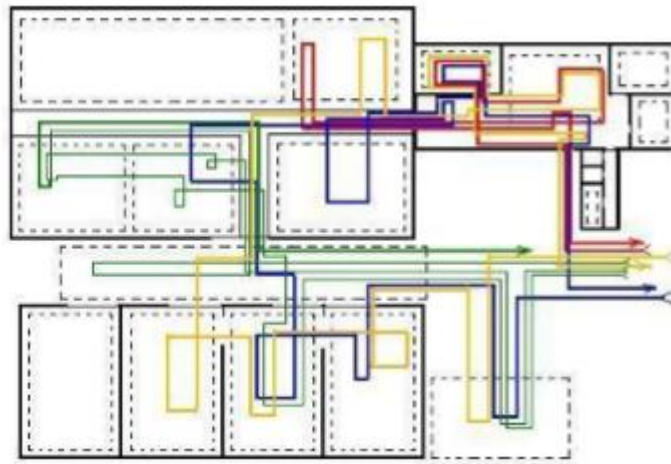


Figura 10: Exemplo de um diagrama de spaghetti

Fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram\\_spaghetti\\_kilka\\_produkto.png?uselang=pt](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_spaghetti_kilka_produkto.png?uselang=pt)

Acedido a 21 de Maio de 2017

## 2.4 Fluxograma

O fluxograma é um diagrama utilizado quando a representação da sequência dos processos. Através da sua simbologia proporciona uma visão clara do funcionamento do processo, contribuindo para a compreensão do mesmo. Através da documentação do fluxo das atividades, utilizando símbolos para identificar as diferentes operações, contribui para o aumento da qualidade e produtividade, uma vez que permite detetar situações susceptíveis de melhoria.

Assim, a elaboração de um fluxograma promove uma melhor compreensão do processo e ajuda na identificação de fatores problemáticos, que até então não eram detetáveis, os quais podem ser melhorados e contribuir para a obtenção de melhores resultados.

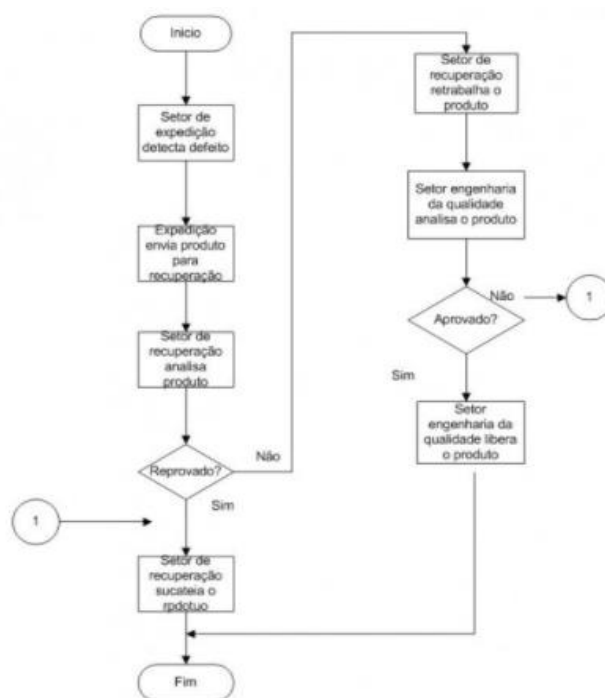


Figura 11: Exemplo de um fluxograma

Fonte: <http://www.blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>

Acedido a 21 de Maio de 2017

### 3 Caso de Estudo

A fase inicial de levantamento de informação é fulcral para o sucesso de um projeto desta natureza, pois é nesta primeira fase em que é tirada a “fotografia” da empresa que servirá de base para eventuais intervenções de melhoria.

Para tal, é necessário conhecer a cultura de empresa, as suas diretrizes, estratégia de mercado, bem como a forma de comunicação interna, de forma a adaptar as ações de intervenção à filosofia da empresa. Como tal, foram feitas formações em todas as áreas, assim como foi estabelecido contacto com os colaboradores de forma a conhecer as suas dificuldades, o modo de trabalho e hábitos. Para além disso, ao longo do projeto, foram sendo feitas apresentações do ponto de situação de modo a atualizar e integrar os colaboradores da empresa.

Neste capítulo é feita a caracterização do contexto inicial encontrado. De forma a perceber-se a sequência do processo produtivo elaborou-se um Mapa de fluxo de valor simplificado e um fluxograma. Para além disso, é descrito o layout encontrado e pormenorizado o método de trabalho da secção. Conhecida a secção e estudado o fluxo, layout e disposição de materiais inerentes à área consegue-se enumerar alguns problemas identificados.

#### 3.1 Secção da empresa em análise

Tendo em conta a complexidade do processo de fabrico da lixa, bem como o tempo que o mesmo consome, a dinâmica de planeamento da sua produção resulta da conciliação de ambos os sistemas de planeamento: *push* e *pull*. Tal acontece uma vez que o jumbo (bobine de lixa) pode demorar até cerca de um mês a ficar pronto para ser transformado na forma final, uma vez que este passa por várias etapas no seu processo que necessitam de posterior quarentena. Para além disso, dado o alcance internacional que a Indasa tem, o tempo de entrega é também afetado pela expedição, que é maioritariamente feita por navio.

Desta forma, para ser possível uma resposta rápida perante a procura do consumidor, o planeamento de produção segue uma previsão de consumos e a lixa é produzida para stock. Por outro lado, o planeamento das ordens de trabalho referentes à transformação e expedição é feito seguindo uma filosofia *pull*, ou seja, consoante as encomendas feitas pelos clientes.

Seguindo um planeamento Macro (cargas semanais), as ordens de produção são emitidas através do Navigian (ERP – Enterprise resource planning), sistema informático de planeamento de recursos, que lança as ordens de produção para um segundo sistema informático, no qual é feita a alocação das ordens pelas máquinas e os operadores têm acesso no chão de fábrica (CmNavigo).

A área da transformação pode ser diferenciada em dois processos, o de corte e o de embalagem. Para cada processo existem diferentes equipas de operadores. Dada a velocidade superior do processo de embalagem, o corte da lixa no seu formato final é feito em dois turnos de oito horas por dia, enquanto o processo de embalagem é apenas feito no turno diurno de 8h.



Após a validação no sistema, o operador inicia o programa de corte requisitando o jumbo adequado ao armazém automático, o qual é escolhido seguindo o sistema FIFO e transportando através de dois veículos automatizados (AGV e LGV – Auto/Laser guided vehicles), cujo funcionamento é semelhante ao de um comboio logístico. Finalizado o corte, no caso de o jumbo não ter sido consumido no seu todo, este é devolvido ao armazém. Caso contrário, o refugo é temporariamente acumulado até ser recolhido.

Focando agora no processo de embalagem, após validação no sistema, o operador acede ao produto que foi transformado, assim como aos consumíveis necessários para a execução da ordem de trabalho.

Existem dois tipos de embalagem, não produzidos pela Indasa: a primária, a qual embala pequenas quantidades de discos (maços), e a secundária, que incorpora uma determinada quantidade de embalagens primárias. Dada a variedade de produtos que a Indasa oferece, que variam tanto na forma, tamanho, tipo ou aplicação, são vários os Skus de embalagens utilizadas, só no formato de discos (caso em análise) tem-se 160 referências de embalagens primárias e 16 de embalagens secundárias.

No fecho da ordem de trabalho, após as quantidades exigidas serem embaladas, estas são inseridas nos contentores que se destinam ao armazém automático na expedição e o operador informa o sistema das quantidades consumidas (discos de lixa, embalagens primárias e secundárias). Desta forma, a rastreabilidade e o controlo do inventário são garantidos.

Essa informação chega também ao armazém automático de forma a dar entrada dos contentores que chegam por transporte aéreo, através de um transportador aéreo (Hjort-ver Fig.12), e são retidos no armazém automático enquanto aguardam a sua requisição para paletização e expedição.



Figura 12: Transportador aéreo Hjort

De forma a ter uma percepção clara do funcionamento da área da transformação, elaborou-se um mapa de fluxo de valor simplificado (ver Fig.13), que ilustra o fluxo do processo explicado suprajacentemente.

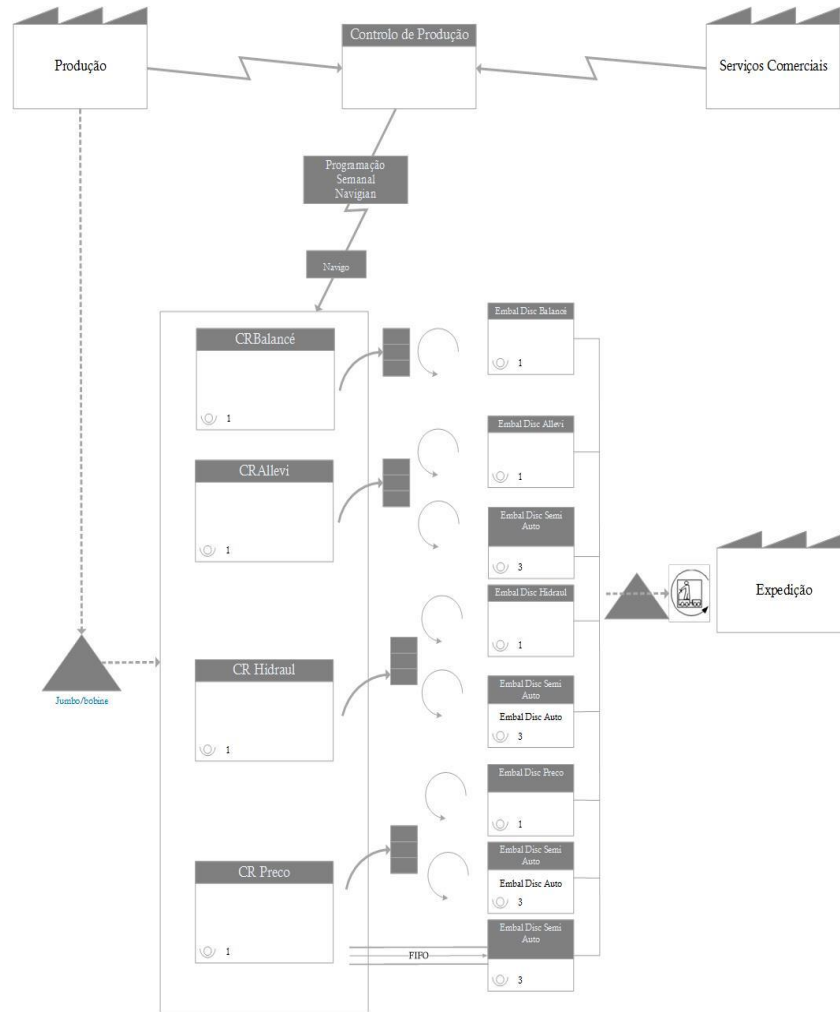


Figura 13: Mapa de fluxo de valor simplificado do processo na área de transformação

### 3.2 Layout inicial

Como já foi referido anteriormente, a secção da empresa alvo de estudo da presente dissertação é a secção de transformação da lixa na forma de discos, evidenciada na Fig.14, na qual é perceptível o fluxo do produto desde que é produzido, até ser expedido.

Na figura é possível visualizar que são essencialmente três as zonas que compõem o chão fábrica, pelo que se conclui que o layout está organizado por processos, dado que as áreas foram definidas tendo em conta o processo a que o produto está a ser submetido.

Relativamente à secção em estudo, tendo em conta que o projeto visa uma melhor gestão do espaço, torna-se pertinente perceber a disposição inicial dos stocks e máquinas da mesma.

Tendo em conta a área retangular disponível, a quantidade de máquinas a abastecer, bem como o percurso que o produto faz entre departamentos, evidenciado na Fig.15, a secção é dividida logicamente em três corredores: o corredor de alimentação das bobinas - adjacente ao armazém automático de armazenamento de bobinas que dá início ao fluxo do processo; corredor central - onde é feito o corte e embalagem do produto final; corredor de circulação – do lado oposto do primeiro e adjacente ao corredor central. Na Fig.15 estão representados os corredores nas cores verde (corredor de alimentação), amarelo (corredor central) e cinzento (corredor de circulação), assim como as máquinas e equipamentos.

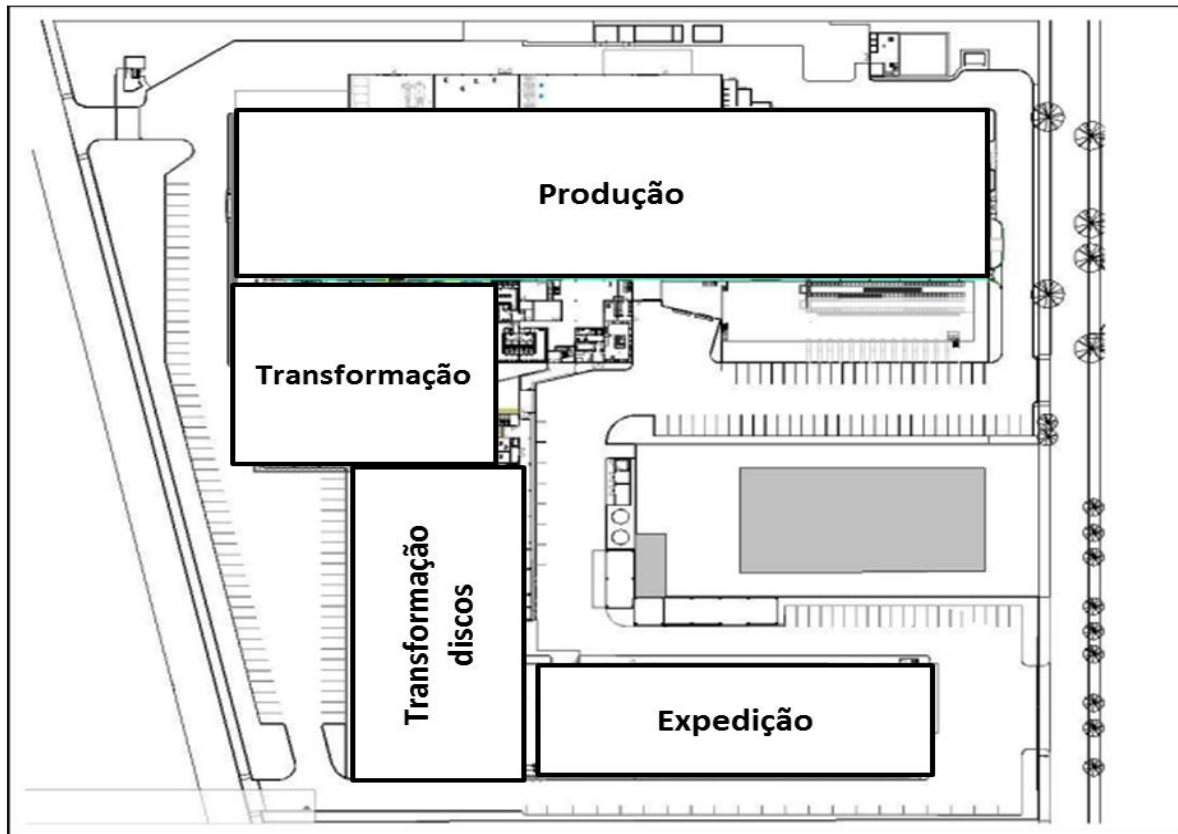


Figura 14: Planta do chão de fábrica com vista à identificação das várias secções

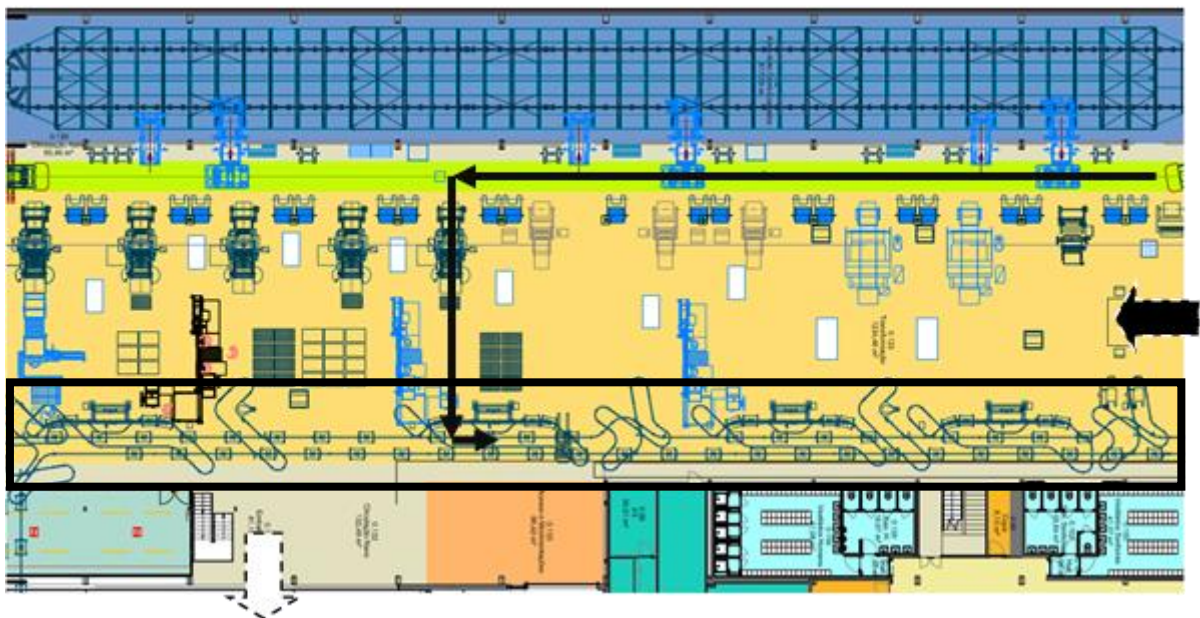


Figura 15: Layout da secção em estudo (ver Anexo A)

Entenda-se a representação feita na Fig15:

- Setas de espessura fina: Exemplo de percurso percorrido pelo produto dentro da secção;
- Seta de maior espessura, preta e com traço interrompido branco: representa a entrada do produto na secção;

- Seta de maior espessura, branca com traço interrompido preto: representa o destino do produto (expedição)
- Retângulo: Transportador Hjort e respectivos postos de recolha

Primeiramente, o AGV necessita de um corredor desimpedido que o permita abastecer todos os berços (estrutura preparada para receber ou devolver a bobine) de cada máquina de maneira a ocupar o menor espaço possível, assim como percorrer a menor distância. Neste sentido, uma vez que se trata de uma área retangular, a sua disposição atual permite com que o corredor possa abranger todas as máquinas.

Para além disso, focando no fluxo do produto, desta maneira proporciona-se um fluxo contínuo e progressivo, já que um dos armazéns automáticos das bobines (zona azul do layout representado na Fig.15) se encontra numa extremidade e a expedição na extremidade oposta da secção.

Por outro lado, o transportador aéreo Hjort, responsável por recolher o produto final embalado e transportá-lo até ao armazém da expedição, tem os seus postos de recolha distribuídos pelo corredor central. A trajetória e postos de recolha do transportador podem ser observados no retângulo demarcado no layout da Fig.15.

Como tal, as máquinas de corte estão dispostas de forma a seguir a mesma direção do fluxo do produto. Note-se que as máquinas estão agrupadas por fabricante (cinco Preco, três Allevi, duas Hidráulicas), sendo que cada tipo de máquina se adequa melhor a um tipo de granulometria ou tipo de suporte. Para além do conjunto de máquinas que se observa no layout, na secção antiga permanece outro tipo de máquina de corte, os balançes, que transformam o semi-acabado, o qual é depois transportado para a atual secção de transformação para ser embalado.

Contudo, a distribuição de cargas de trabalho pelas máquinas é imprevisível uma vez que são tidos em conta diversos fatores que impossibilitam a distribuição normalizada pelas máquinas e, por sua vez, a divisão da secção por família de produtos. Isto acontece devido à diversidade de lixas disponíveis, uma vez que havendo uma diferença grande de granulometria a seleção da máquina é afetada não só pela velocidade de corte que melhor se adequa, mas também pelo que a máquina já cortou e pretende cortar. O corte de várias lixas na mesma máquina respeita uma ordem crescente de grão, isto é, começa por cortar o grão mais fino até ao mais grosso de maneira a evitar contaminações significativas.

Para além das máquinas de corte, tem-se também quatro semi-automáticas destinadas ao processo de embalagem.

Na figura, layout da secção disponibilizado pela empresa, está em falta a representação das mesas de trabalho que estão imediatamente dispostas diante das máquinas de forma a criar um fluxo contínuo do produto. Assim, o fluxo do produto segue o trajeto mais eficiente, à semelhança do layout por produto (em linha), como evidenciam as setas representadas no layout.

Existem ainda duas plataformas, não visíveis no layout, nas quais se encontram armazenado stock das várias embalagens utilizadas.

Pela figura é ainda possível perceber que não existem corredores definidos. Consequentemente, existe uma perda de tempo no transporte dos produtos intermédios, desperdícios, retalhos, embalagens, e.t.c. Para além disso, contribui para uma utilização ineficiente de espaço e desorganização, assim como afeta o ambiente de trabalho.

Assim, a sua demarcação é importante no sentido em que a normalização e gestão visual ajudam a criar hábitos de trabalho, melhorando a produtividade de tarefas de armazenagem,

tais como a reposição ou picking de componentes, facilitando também a percepção de desperdício e introdução de novas melhorias.

### 3.3 Análise de processos

Tal como referido anteriormente, após o levantamento inicial de informação e familiarização com o produto e processo, esta fase incidiu sobre a análise dos processos, volumes e produtos existentes no contexto atual de fluxo, bem como da organização dos espaços de trabalho e stock.

A análise dos processos através da elaboração de mapas de fluxo de valor, fluxogramas e diagramas de spaghetti permitiu a percepção de algumas situações estranguladoras do processo.

#### 3.3.1 Picking

Entendido o funcionamento e organização da secção, focou-se naquele que evidenciou ser o processo com mais desperdícios. Assim, focando apenas no processo de embalagem, com a elaboração de um fluxograma, apresentado subjacentemente (Fig.16), evidenciou-se no picking situações a otimizar.

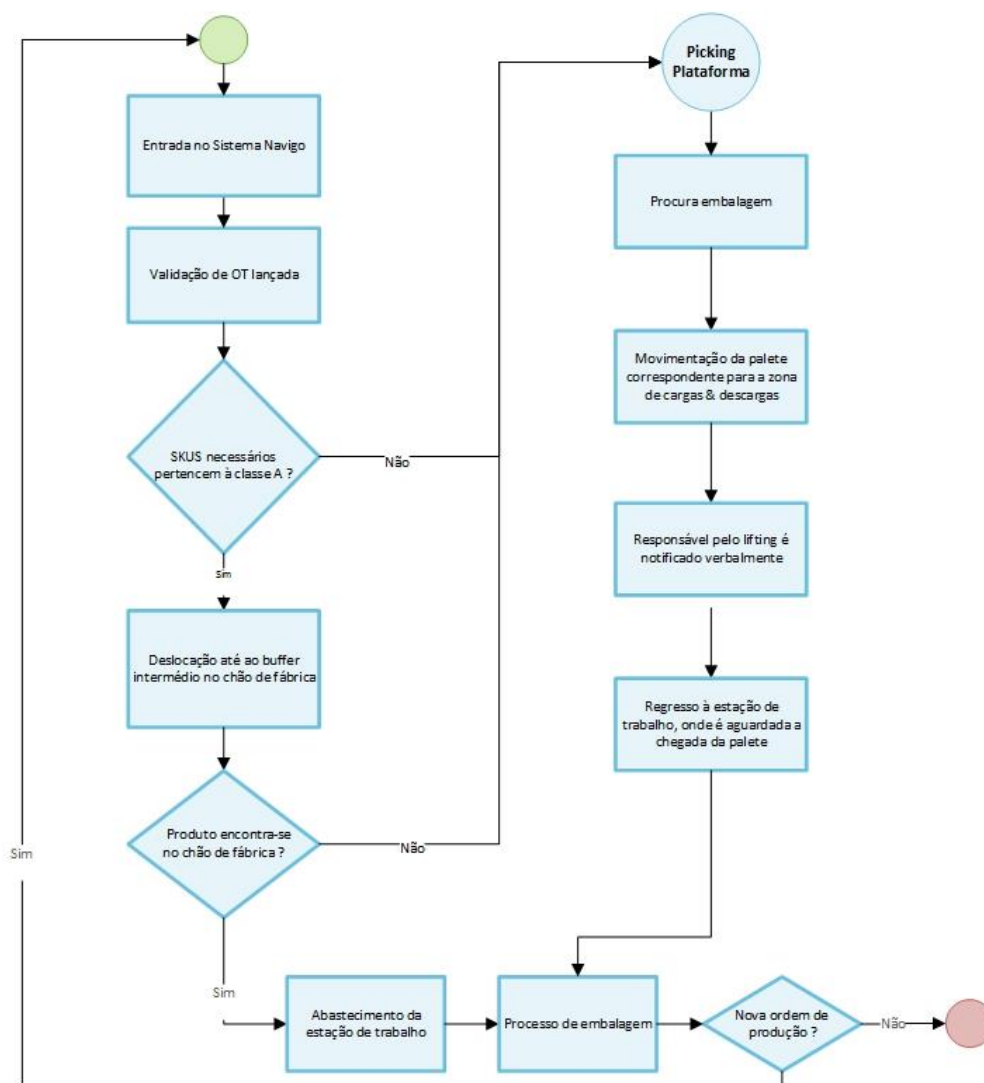


Figura 16: Fluxograma do processo de embalagem da secção

Sempre que uma ordem de trabalho é lançada, após validação no sistema, o operador tem acesso ao produto que está a ser (ou foi) transformado, assim como às referências das embalagens que necessita.

Sendo o próprio operador responsável por abastecer a sua mesa de trabalho, existe desde logo um entrave no processo. Este confere se o sku faz parte do buffer intermédio de embalagens que se encontra no chão de fábrica e pertencendo e existindo o processo continua, caso contrário, o operador tem que se deslocar até à plataforma e fazer o picking.

Para além de interromper o fluxo, quando o operador se desloca até à plataforma perde não só tempo na deslocação como à procura das embalagens.

Ora, para além de se relevar necessária uma atualização da classificação dos produtos selecionados para buffer, verificou-se que é neste processo de picking que se destacam muitos desperdícios.

Desde logo se verifica que quando as quantidades exigidas numa ordem de trabalho são pequenas, o picking é manual e, pelo facto de terem que descer as escadas com as caixas, é susceptível a acidentes de trabalho.

Para além disso, uma vez na plataforma, o operador perde tempo à procura das embalagens pretendidas devido à falta de coerência e identificação padronizada das embalagens, assim como à procura do porta-paletes que por falta de um local fixo o operador perde tempo em deslocações desnecessárias a requirir-lo.

Por outro lado, quando a quantidade de embalagens justifica a utilização da empilhadora, é necessário procurar e notificar o responsável pelas cargas e descargas, havendo assim um período de espera que também contribui para a estagnação do fluxo.

É de salientar que são vários os operadores a interromper o fluxo de forma a abastecerem a sua mesa de trabalho, sendo que um deles tem ainda a responsabilidade acrescida de aprovisionar o buffer. Consequentemente, existe uma grande quantidade de stock perdido pelo chão de fábrica, o qual não se tem controlo e acumula espaço, uma vez que não é reposto na plataforma após sua utilização.

Assim, o processo de picking revela ser ineficiente no sentido em que se destacam alguns desperdícios que consomem tempo e não acrescentam valor ao produto final:

**Fator insegurança (e pouco ergonómico):** Quando o picking é feito manualmente, o operador tem de descer as escadas com uma carga que para além de prejudicar as costas do operador, torna-o susceptível a acidentes de trabalho.

**Procura das embalagens (Desperdício *Muda* – Movimentação de pessoas):** Verificou-se que uma percentagem do tempo que o operador dispense no picking é consumido à procura da referência desejada, ora devido à falta de coerência, organização e normalização da plataforma, ora devido ao facto de haver stock “perdido” pelo chão de fábrica, sobre o qual não se tem controlo. Esta situação, bastante recorrente, resulta também do facto de não ser feita a reposição de stock na plataforma quando terminada a operação. Consequentemente, os operadores consomem tempo à procura de stock “perdido” no chão de fábrica, uma vez que o sistema confirma a sua existência.

**Produto parado – “Stock perdido” (Desperdício *Muda* - Inventário):** Os stocks são um tipo de desperdício que surgem do excesso de movimentação, da ocupação desnecessária de armazém. Neste caso, observou-se que após a utilização das embalagens os operadores não fazem a reposição do stock e este vai acumulando junto das mesas de trabalho. Neste sentido, não há controlo desse stock, para além de que ocupa espaço.

**Espera (Desperdício *Muda* – Tempo de espera):** Para efetuar as cargas & descargas de uma paleta é necessária a intervenção de um operador responsável pela função, com autorização.



Como tal, sempre que necessário, os operadores perdem tempo a procurar e a esperar pelo responsável.

**Transporte das embalagens (Desperdício *Muda* – transporte de material):** Por fim, outro desperdício é aquele na forma de deslocações, efetuadas no âmbito do abastecimento de embalagens, que impedem a criação de um fluxo contínuo e progressivo. Assim o é uma vez que todos os operadores têm de interromper a sua operação para abastecer a sua mesa de trabalho. Verificou-se que uma grande percentagem do tempo que o operador dispende na recolha de artigos (embalagens) é consumido em deslocações, as quais representam um custo e não agregam valor ao produto final. Sendo este tempo proporcional à distância do trajeto no picking, a redução das distâncias é considerada como principal objetivo da otimização.

A realização de um diagrama spaghetti das deslocações feitas pelos operadores vem fundamentar o desperdício e permitiu detetar redundâncias e desperdícios no fluxo do processo de transformação, ao evidenciar as deslocações necessárias ao processo.

Inicialmente, elaborou-se um diagrama simplificado para apenas uma zona da área, uma vez que o comportamento é uniforme ao longo da secção. Posteriormente, elaborou-se o diagrama correspondente a toda a secção de forma a evidenciar o desperdício em deslocações nas condições atuais.

Veja-se a Figura 17, diagrama spaghetti de toda a secção, com a seguinte legenda:

- Zona verde: Plataforma para armazenamento de embalagens
- Zona branca: Máquinas de corte
- Zona azul claro: Mesas de trabalho do processo de embalagem e semi-automáticas
- Zona rosa: Buffer intermédio de embalagens
- Zona azul escura: Ferramentarias

Os traços representados a branco representam as movimentações efetuadas pelos operadores das máquinas de corte tanto para manutenção das ferramentas como para abastecimento de buffer intermédio do produto. Os traços azuis representam as deslocações até ao buffer intermédio de embalagens, enquanto os vermelhos, também dos operadores do processo de embalagem, representam as deslocações efetuadas para picking nas plataformas. Por fim, os traços de cor azul escura representam as deslocações resultantes da manutenção das ferramentas que necessitam do apoio de outra ferramentaria que se encontra na antiga secção da transformação, bem como o transporte de produto que ainda é lá transformado.



Figura 17: Diagrama Spaghetti das deslocações efetuadas na secção

A leitura do diagrama vem confirmar e evidenciar a observação feita anteriormente, uma grande percentagem do tempo despendido no abastecimento de embalagens é consumida em

deslocações. Como tal, representa um custo e incrementa o tempo de processo pelo que, sendo uma atividade que não acrescenta valor, é interpretado como uma perda e deve ser reduzido ao mínimo ou até mesmo eliminado, recorrendo para isso a uma redefinição do Layout.

Para além do diagrama fez-se também um cálculo da média de distâncias percorridas no âmbito do abastecimento de embalagens. Para tal, recorreu-se aos dados de consumo de embalagens dos anos anteriores, tendo em consideração a ambição do aumento da produção em 15%, e através da contagem de consumos de embalagens distribuída por cada mesa de trabalho teve-se uma noção da quantidade de vezes que cada operador (um por mesa de trabalho) tem de interromper o fluxo para se abastecer de embalagens. Uma vez feita a contagem de deslocamentos que cada operador efetua por cada sku, multiplicou-se esse valor pela distância percorrida para o efeito. Como tal, foi necessário estimar a distância percorrida por cada operador através da estipulação das diferentes rotas possíveis tendo em conta a mesa de trabalho e a família de produto em questão, ou seja, teve-se em consideração o local de partida (diferente para cada mesa de trabalho) e o local de picking, o qual foi estabelecido tendo em conta a plataforma no qual a embalagem se encontra (plataforma dos discos com suporte de velcro ou plataforma de discos com suporte de autocolante), visível na tabela 1:

Tabela 1: Distância percorrida por cada operador nas diferentes mesas de trabalho

CP - Mesa de trabalho	Preco							Hidráulica				Allevi		
	3705	3704	3703	3702	3701 cpa3	cpa2	11/12/13/14/15	3203	3202 cpa1	3204 11/12/13		3501	3511	21/22/23/24/25
Velcro sul [m]	131	141	154	167	179	153	177	124	190	-	-	-	-	-
Velcro Norte [m]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191	184	180	166	154
AC [m]	199	188	176	162	149	177	153	176	139	124	117	114	95	96

Feita a soma das distâncias percorridas por cada mesa de trabalho para os diferentes Skus de embalagens disponíveis, calculou-se a média de ordens de trabalho por mesa de trabalho numa semana. Desta forma, para cada mesa de trabalho tem-se um valor médio da distância percorrida por semana e, por sua vez, tem-se a distância percorrida semanalmente em toda a secção.

Do estudo concluiu-se que numa semana são percorridos cerca de **28km** no abastecimento de embalagens recorrendo à plataforma. Por outro lado, são também consumidas deslocamentos no abastecimento de embalagens que se encontram no buffer intermédio no chão de fábrica. Analogamente, estimou-se a distância percorrida semanalmente por todos os operadores no abastecimento dos produtos que se encontram no buffer intermédio (os quais não foram incluídos nos cálculos anteriores).

Para além disso, contabilizou-se, também, a distância percorrida semanalmente na reposição do stock do buffer intermédio. Tendo em atenção que esta é uma função atribuída a um dos operadores, com rotatividade entre eles de semana a semana, definiu-se, de forma análoga, a distância percorrida em cada rota possível de abastecimento. Contudo, o cálculo de deslocamentos efetuadas para o efeito foi feito tendo em conta o consumo de paletes dos produtos expostos no buffer e, consequentemente, a necessidade de repor esses mesmos produtos, ou seja, quantas vezes numa semana são necessárias substituir cada palete disponível por produto.

Para tal, estudou-se o consumo de embalagens (em paletes) para cada produto, como ilustra a seguinte Figura 18.

Assim, multiplicou-se o número de reposições de cada palete de sku numa semana pela distância estimada.



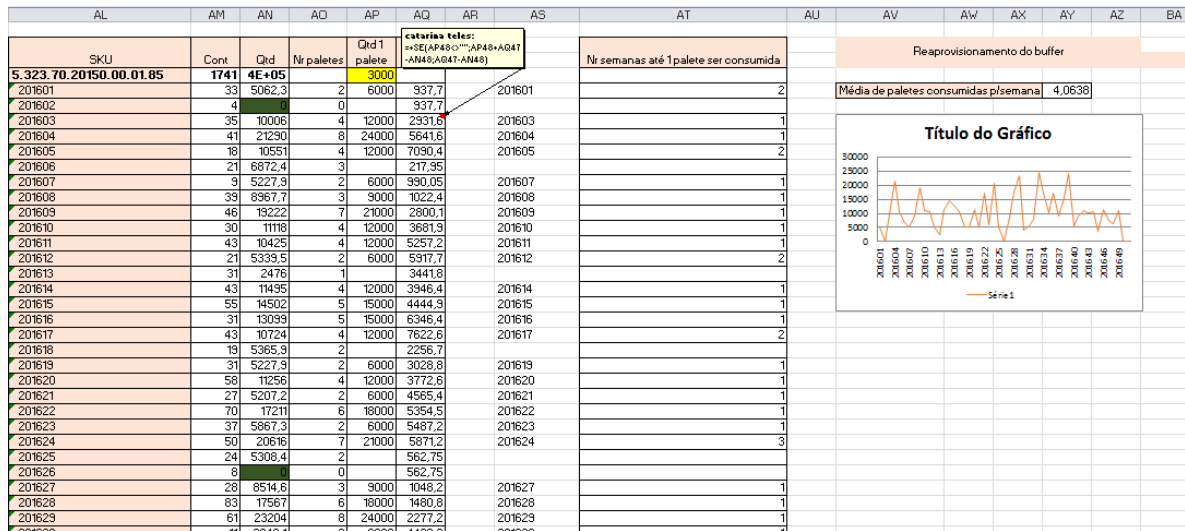


Figura 18: Ilustração do cálculo de reaproveitamento das paletes dos produtos que constituem o buffer

Após a medição de alguns tempos consumidos nas deslocações percorridas, estimou-se a velocidade do operador: 0.5m/s. Consequentemente tem-se o tempo despendido semanalmente na secção de transformação. Através do qual, sabendo o horário de trabalho dos operadores responsáveis pelo processo de embalagem se consegue converter em FTEs.

$$\frac{\text{Tempo despendido numa semana}}{\text{Horário de turno de 1 operador}} = \text{Nr FTEs}$$

Figura 19: Equação do cálculo de FTEs

## Resultados

Distância percorrida por semana - Plataforma	28	[Km]
Distância percorrida por semana - Buffer	6	[Km]
Distância percorrida por semana - Abastecer buffer	6	[Km]
Distância percorrida p/semana	40	[Km]
Tempo despendido p/semana	1 331	[min]
p/ano	67 870	[min]
Horário de 1 trabalhador	480	[min]
Nr de FTEs (numa semana)	2	Dias e 371 [min]

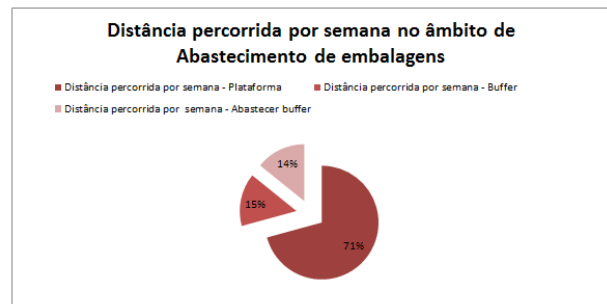


Figura 20: Resultados do cálculo do tempo consumido em deslocações de transporte de material

Da análise, cujos resultados são evidenciados na Fig.20, conclui-se que o tempo despendido por semana é equivalente a **três dias de trabalho** de um operador (**3 FTE's**) numa semana.

Note-se que o valor obtido não é o real, uma vez que foram feitas bastantes aproximações e para além de não ter sido considerado o tempo consumido na aquisição de embalagens secundárias, não se contabilizou o tempo em que ocorrem descontinuidades, tais como: procura pelas embalagens, espera pelo responsável ou paragens devido ao fator humano) distração, cansaço, competência, motivação, estado de espírito, e.t.c.), entre outros.

Após a análise das distâncias percorridas e estimativa de tempo consumido em deslocações, estudou-se o buffer intermédio atual de forma a perceber se os produtos nele disponível são os mais adequados (3.4 Análise de produto e volumes).

### 3.3.2 Gestão de Ferramentarias

Tendo em conta que o objetivo é minimizar o tempo de processo na área da transformação, verificou-se uma potencial melhoria no processo de retificação de ferramentas, no sentido em que revela ser ineficiente devido à distância a que uma das ferramentarias se encontra.

A leitura do diagrama de spaghetti anteriormente apresentado (ver Fig.17) ilustra a observação de que o operador responsável pela manutenção das ferramentas consome, diariamente, muito tempo em deslocações, as quais representam um custo e não agregam valor ao produto final. Atendendo a que o tempo de deslocação é proporcional à distância da mesma, a redução das distâncias é encarada como uma melhoria.

No final de cada ciclo de utilização de uma ferramenta de corte, à exceção das ferramentas de corte das hidráulicas, esta passa por um processo de retificação que só pode ser realizado na Ferramentaria que se encontra junto dos balancés (doravante Ferr.2), a cerca de 230m.

São oito as máquinas da área da transformação cujas ferramentas de corte necessitam de retificação na Ferr.2. As restantes ferramentas da área da transformação (ferramentas de furação) são retificadas na ferramentaria já existente na área (doravante Ferr.1).

Após recolha de informação com os operadores responsáveis chegou-se à conclusão que todos os dias é necessário recorrer mais que uma vez à Ferr.2. Contudo, não foi possível chegar a um consenso no que diz respeito à frequência diária nem ao ciclo de vida de uma ferramenta, uma vez que são influenciadas por diferentes variantes, tais como: tipo de grão que cortam, a máquina em que são utilizadas e o plano de produção, os quais em conjunto apresentam um comportamento imprevisível.

Para além disso, constatou-se que as máquinas da área da transformação são aquelas que mais frequentam a Ferr.2, uma vez que a manutenção das ferramentas dos balancés é manual, pelo que a única dependência dos balancés perante a Ferr.2 se deve à manutenção das máquinas e abastecimento de consumíveis.

Devido à grande incerteza inerente ao ciclo de vida de uma ferramenta e à frequência a que são feitas retificações, calcularam-se as distâncias considerando apenas uma deslocação por dia, com a certeza de que são efetuadas mais deslocações, servindo apenas para evidenciar o desperdício no seu transporte.

Frequência horária de percursos				
	Ferramentaria 1	Ferramentaria 2	Transformação	Balancés
Ferramentaria 1	0	0	1	1
Ferramentaria 2	0	0	1	1
Transformação	1	1	0	0
Balancés	1	1	0	0

A. Distâncias médias (metros) layout atual				
	Ferramentaria 1	Ferramentaria 2	Transformação	Balancés
Ferramentaria 1			71,98	
Ferramentaria 2			525,98	39,66666667
Transformação	71,98	525,98		
Balancés		39,66666667		

1275,253 metros/dia

B. Distâncias médias (metros) Ferr1 e Ferr2				
	Ferramentaria 1	Ferramentaria 2	Transformação	Balancés
Ferramentaria 1			71,98	
Ferramentaria 2				39,66666667
Transformação	71,98	0		
Balancés		39,66666667		

223,2933 metros/dia

Redução 0,82490276

C. Distâncias médias (metros) Ferr 1				
	Ferramentaria 1	Ferramentaria 2	Transformação	Balancés
Ferramentaria 1			71,98	493,6666667
Ferramentaria 2				
Transformação	71,98	0		
Balancés	493,6666667			

1131,293 metros/dia

Redução 0,11288737

Figura 21: Cálculo das distâncias percorridas segundo três diferentes cenários

Ainda assim, considerando apenas uma deslocação, constatou-se que a opção atual é a que consome mais deslocações. Da leitura da Fig.21, conclui-se que qualquer uma das opções possíveis revela ser mais eficiente que a situação atual:

- (A) Situação atual;
- (B) Uma ferramentaria para cada secção, com uma redução de 82% na distância percorrida;
- (C) Transferir toda a ferramentaria para a secção da transformação, com uma redução de 11% na distância percorrida.

Assim sendo, tem-se um evidente desperdício de tempo em deslocações, mau aproveitamento dos recursos humanos, já que este consome grande parte do seu tempo em deslocações, bem como uma resposta lenta face a intervenções não previstas.

### 3.3.3 Gestão de Resíduos

Diariamente é gerado resíduo tanto na área da produção como na área da transformação. Esse resíduo diferencia-se em paletes, refugo da lixa, cartão/papel e plástico.

Encontram-se dentro das instalações prensas com vista à criação de fardos do cartão e plástico, o restante resíduo vai diretamente para o armazém de resíduos.

Atualmente as prensas localizam-se na área da produção e, após a elaboração e interpretação de um diagrama de spaghetti, constatou-se que a recolha dos resíduos não segue a rota mais eficiente devido à localização das prensas, assim como com a quantidade de resíduo que cada secção gera.

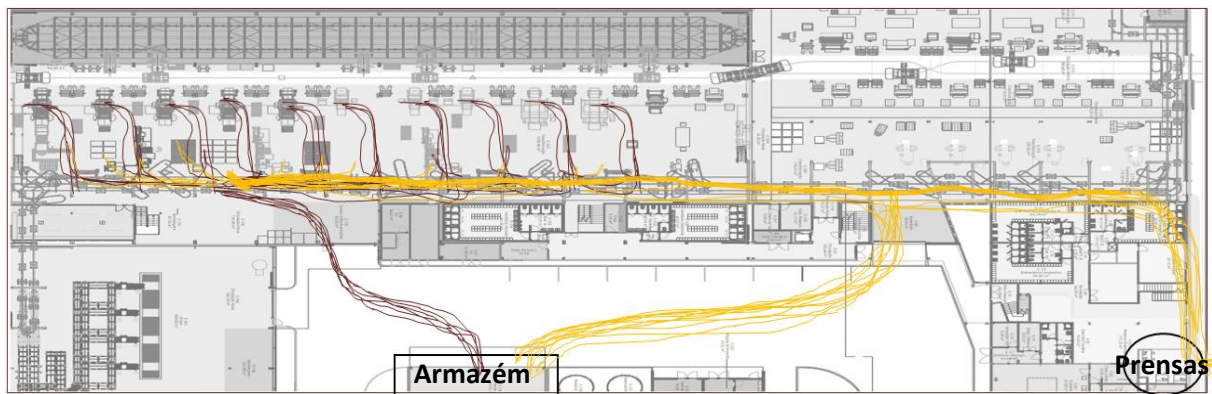


Figura 22: Diagrama de Spaghetti

Traço amarelo: cartão e plástico

Traço vermelho: refugo

Ora, feito o levantamento de informação, no qual se envolveu o responsável pela gestão de resíduos, concluiu-se que a zona da transformação gera mais resíduo.

De acordo com os dados de anos anteriores verificou-se que cerca de 95% do resíduo de cartão gerado é proveniente da área da transformação, correspondente a 68 toneladas. Por outro lado, relativamente ao plástico, o qual representa apenas 12% do resíduo anual, não foi possível fazer a distinção entre a produção e transformação. Ainda assim, no pior cenário (não real), em que todo o resíduo de plástico é proveniente da produção, a área da transformação seria ainda responsável por 84% do resíduo gerado.

Resíduo	Cartão	Plástico	Medida
Transformação	67,98		Ton
Produção	3,58	9,43	Ton
Total	71,55	9,43	Ton

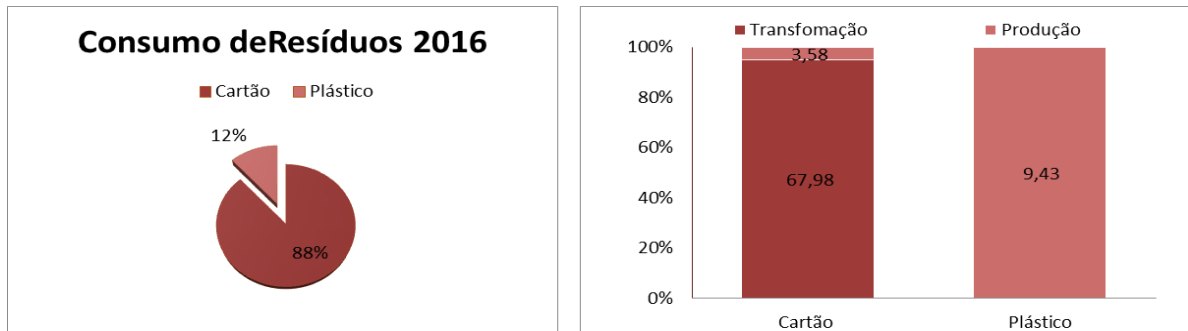


Figura 23: Dados de consumo de cartão e plástico no ano de 2016

Desta forma, conclui-se que a transformação é responsável por pelo menos 84% do resíduo gerado, o que leva a repensar a localização das prensas uma vez que esta secção gera mais fardos.

### 3.4 Análise de Produto e Volumes

Atualmente, há também uma falta de definição e identificação de buffers de paletes, consumíveis, produto acabado, assim como zonas de acumulação de refugo e resíduo gerado. A projeção de um novo layout com vista a otimizar a utilização de espaço passa por definir e dimensionar os produtos e volumes existentes.

#### 3.4.1 Consumíveis - Embalagens

Atualmente, os consumíveis na área da transformação encontram-se armazenados em plataformas a um nível superior do chão de fábrica. De forma a reduzir as deslocações efetuadas na requisição de embalagens, dispõe-se de um buffer intermédio de embalagens. Assim sendo, para o efeito, o buffer é constituído pelos Skus mais consumidos.

Neste sentido, estudou-se a rotatividade das várias referências de embalagens com vista à verificação de que os skus disponíveis são os mais adequados.

Para tal, para caracterizar os produtos existentes em inventário, efetuou-se uma análise ABC dos produtos com base tanto na quantidade consumida como na contagem de consumos de 2016, assim como a expansão da produção em 15%.

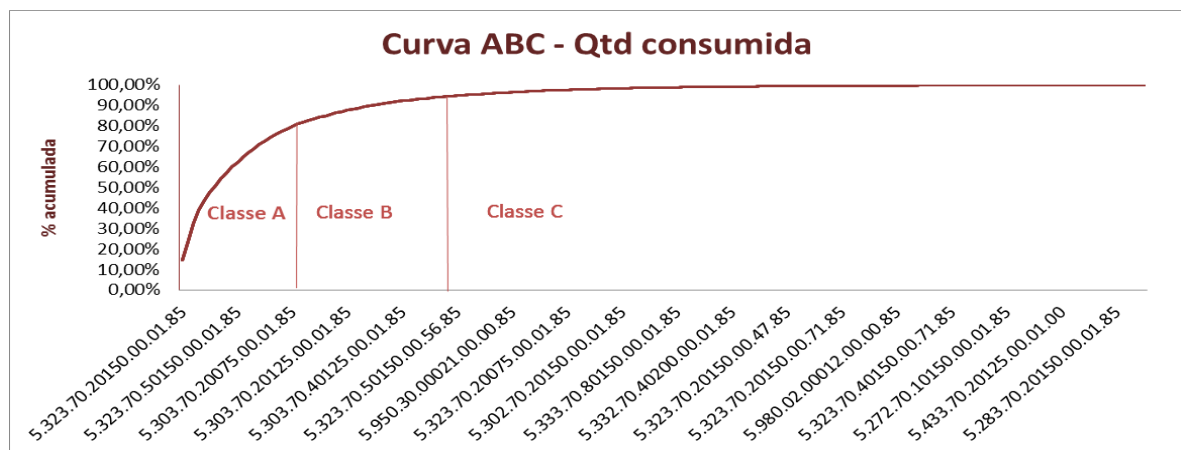


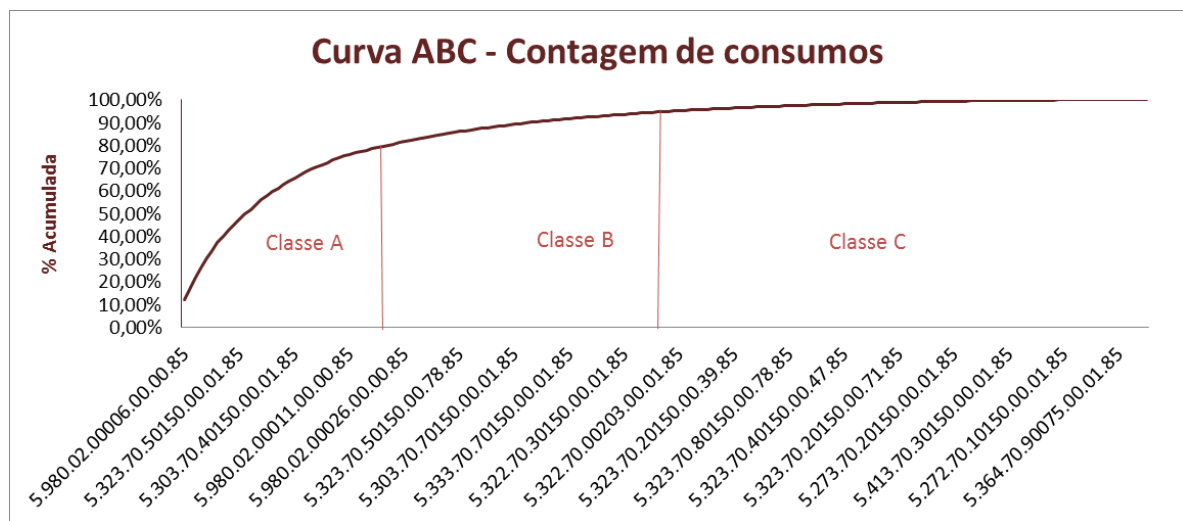
Gráfico 2: Análise de Pareto baseada na quantidade de embalagens consumidas

Tabela 3: Tabela de referências da análise de Pareto – Quantidade consumida

Tabela de referências			
Classe	SKUS Embalagens	%Quantidades totais	%Embalganes
A	20	80%	12%
B	31	15%	19%
C	125	5%	77%

Tabela 2: Tabela de referências da análise de Pareto – Contagem de consumos

Tabela de referências			
Classe	SKUS Embalagens	%Quantidades totais	%Embalganes
A	38	80%	25%
B	52	15%	34%
C	86	5%	56%



Da conciliação entre as duas abordagens resultou um conjunto de skus designados como classe A.

No entanto, devido às limitações de espaço e à impossibilidade de os dispor a todos no chão de fábrica, estudou-se os atuais skus em buffer no chão de fábrica e fez-se uma análise individual e cuidada às novas referências de Classe A, através da definição de parâmetros e critérios de escolha.

Para cada referência estudou-se a sua rotatividade durante a semana, ou seja, a quantidade de paletes consumidas por semana, tendo em consideração a expansão de produção em 15%.

Inicialmente eram vinte e duas as referências de embalagens disponíveis no chão de fábrica, perfazendo normalmente um total de trinta e duas paletes. Da análise concluiu-se que a rotatividade de cinco produtos já não justifica a sua presença no chão de fábrica e restringiu-se a seleção até vinte skus, dos quais apenas três são diferentes da seleção atual, com maior consumo e rotatividade.

### 3.4.2 Produto acabado

Uma vez que são transformadas diariamente grandes quantidades de lixa é, também, necessário dispor de um espaço para a sua acumulação, o qual foi definido tendo em conta a ambição de aumento em 15% da produção.

Para além disso, como anteriormente referido, as máquinas de corte estão em funcionamento dois turnos de oito horas por dia, enquanto o processo de embalagem é executado num só turno. Por conseguinte, é fundamental a definição e dimensionamento de um buffer de produto acabado que aguarda ser embalado. Para além do produto transformado no turno

diurno e durante a noite, o buffer tem ainda de aguentar o produto transformado na antiga secção de transformação.

Assim, com base nos dados das produções de anos anteriores, através da leitura de metros de bobine de lixa consumidos e posterior conversão para número de discos, calculou-se a capacidade de corte de discos diários. Posteriormente, de forma análoga, com base nos dados de consumíveis de anos anteriores, fez-se a devida conversão de cada tipo de embalagem em número de discos e determinou-se a quantidade de discos embalados por dia.

A acumulação do produto acabado é feita em paletes e a sua capacidade depende do tipo de grão, suporte e forma do mesmo, uma vez que é necessário encontrar um equilíbrio que permita garantir a estabilidade da paleta quando em movimentação. Para o estudo considerou-se duas capacidades possíveis, as estabelecidas para discos de suporte em velcro e para suporte em autocolante.

Após diferenciação da área por tipo de máquina, dimensionou-se, então, o número de paletes e espaço necessário para suportar o produto acabado que espera ser embalado.

Tabela 4: Tabela de resultados do dimensionamento

Máquina de corte	Plts
3705, 3704, 3703	5,00
3702, 3701	4,00
3202, 3204	10,00
3203	5,00
31	8,00
Total	32,00
	<b>35,00</b>

### 3.1.3 Refugo

Por cada Jumbo cortado (bobine de lixa), devido à forma final do produto e à forma do semi-acabado que não permite o seu aproveitamento a 100%, é gerado, diariamente, quantidades significativas de refugo de lixa.

Como tal, é crucial o seu dimensionamento e definição de um espaço para a sua acumulação, o qual foi definido através da análise de dados de consumo de lixa de anos anteriores e tendo em conta a experiência dos operadores, que permitiu perceber a capacidade de uma paleta.

Tendo em consideração que o responsável pelos resíduos faz a recolha periodicamente e consoante as necessidades (pelo menos duas vezes por dia) e que uma paleta aguenta com cerca de seis a dez refugos na forma de bobine, de forma a otimizar o espaço em chão de fábrica, estipulou-se uma paleta por cada 2 máquinas.

Tabela 5: Tabela de resultados do dimensionamento da zona de acumulação de refugo

Máquina de corte	CR3202	CR3204	CR3203	CR3701	CR3511	CR3501	CR3702	CR3703	CR3704	CR3705
Qtd de Refugo [m] 1 Turno	6 109,5	6 090,7	4 822,8	2 874,9	1 162,9	944,2	3 672,5	2 707,0	5 065,6	2 184,9
Qtd de Refugo [m] 1 Turno +15%	7 025,9	7 004,3	5 546,3	3 306,2	1 337,3	1 085,8	4 223,3	3 113,0	5 825,5	2 512,6
Qtd de Refugo (bobine)	7,0	7,0	5,5	3,3	1,3	1,1	4,2	3,1	5,8	2,5
Qtd de Refugo (bobine) 1 Turno	15		9		3		8		9	
Qtd de Refugo (bobine) 1/2 Turno	7,5		4,5		1,5		4		4,5	
Plts	1		1		1		1		1	

Por outro lado, é também gerado desperdício de lixa que resulta das furações dos discos, assim como cartão e plástico, que necessita de ser acumulado até ser recolhido pelo responsável pela gestão de resíduos. Para tal, existem já contentores no centro da secção adequados para responder às necessidades.

### 3.5 Gestão Visual - Organização geral do Layout

A organização do chão de fábrica e identificação do material necessário é crucial para o bom funcionamento das operações, não só no sentido de proporcionar um ambiente agradável para o trabalhador, mas também, por conduzir a ganhos significativos, incutindo nos operadores a importância em garantir a qualidade do espaço e produtos.

A secção da transformação da empresa sofreu alterações devido à reestruturação do layout da fábrica, mudou até de local de forma a responder à crescente procura no mercado. Desde então a secção carece de organização visual, o que para além de contribuir para a desmotivação dos operadores e, consequentemente, piores níveis de produtividade, leva a atrasos no processo devido à falta de regra, normalização e informação visual. Para além disso, é importante manter uma boa aparência perante externos.

A falta de corredores definidos e identificação de zonas e materiais leva a uma perda de tempo no transporte dos produtos intermédios, desperdícios, retalhos, embalagens, etc., bem como contribui para uma utilização ineficiente de espaço e desorganização.

Assim, a sua demarcação promove hábitos de trabalho, melhora a produtividade de tarefas de armazenagem e facilita a percepção de desperdício e introdução de novas melhorias.

Para além da falta de corredores, como referido anteriormente, o operador dispende muito do seu tempo no picking à procura de embalagens, resultado da desorganização geral e falta de identificação dos produtos e respetivos corredores nas plataformas para armazenamento de embalagens.

Em adição, evidenciaram-se pequenas oportunidades de melhoria que contribuem para uma melhor organização, qualidade e estética, nomeadamente:

- Colocação de cortinas nas estantes onde são guardados os discos transformados em excesso de forma a garantir a sua preservação, uma vez que dada a natureza do produto, a acumulação de pó é inevitável.
- Aquisição de um contentor (caixa-palete) para substituir a caixa de cartão que armazena tiras de cartões usadas diariamente. De maneira a evitar danos no material embalado no transporte, algumas caixas são preenchidas com as tiras de cartão, tornando o interior da caixa mais compacto.



## 4 Apresentação de resultados e propostas de melhoria

No presente capítulo são enunciadas propostas de melhoria que visam a eliminação dos desperdícios identificados no capítulo anterior. As propostas de melhoria têm como base o conceito *Lean* e são apoiadas na normalização do layout e redução do desperdício.

É de salientar que as propostas de melhoria sugeridas requerem uma validação hierárquica, que foram obtidas. Contudo, não foi possível a implementação de todas as propostas em tempo útil, uma vez que implicam a intervenção de diferentes departamentos, e respetiva disponibilidade, bem como envolvem tomadas de decisões de nível superior.

### 4.1 Picking

Feita a análise do processo de picking na secção em estudo, constatou-se que o fluxo de materiais é complexo, devido à falta de abastecimento adequado. A necessidade de embalagens no processo de embalagem sem um padrão correto de suprimento gera *Muda* nas estações de trabalho, como já foi evidenciado no capítulo anterior.

Segundo o modelo Kaizen, aplicado a linhas de produção, de montagem, o *Muda* encontrado é eliminado através da criação de um operador logístico (*Mizusumashi*), cujo objetivo é executar todas as movimentações necessárias entre supermercado e bordo-de-linha, transformando informação e disponibilizando os componentes para a montagem. Assim, o operador responsável pela montagem não interrompe o seu fluxo e tem sempre o material na quantidade e momento necessários.

Tendo em conta a natureza do produto desenvolvido pela empresa, complexidade do seu processo e operações em estudo (inerentes ao processo de transformação), a aplicação linear das diretrizes defendidas pelo Kaizen não é possível. Assim sendo, a sugestão de melhoria é uma adaptação do pensamento Kaizen ao cenário encontrado.

Neste sentido, face aos desperdícios identificados no processo do picking de embalagens, propôs-se a implementação de um operador logístico. A sua prática visa eliminar os desperdícios detetados e promover uma gestão de recursos e fluxo do material mais eficiente, bem como uma melhor organização e gestão de espaço, maximizando o uso de espaço e mão-de-obra.

Para além disso, dado que se prevê que a gestão seja feita informaticamente, a implementação deste novo sistema picking é uma oportunidade para fazer um melhor e mais preciso controlo do inventário de embalagens, uma vez que se ambiciona fazer o registo de consumos das embalagens informaticamente.

Assim, estudou-se a possibilidade de atribuir a um trabalhador a função de abastecimento de embalagens para cada estação, responsável pela criação de fluxo da logística interna, devido às limitações de espaço que impossibilitam uma utilização eficiente de comboio logístico.



#### 4.1.1 Implementação

É de salientar que com a criação deste operador logístico, surge a necessidade de atribuir um novo cargo e, por sua vez, alguém apto e disponível para o mesmo. Como tal, a implementação do novo sistema de picking não foi testada em tempo útil, pois implica decisões de nível superior.

Como já foi referido, as ordens de trabalho são lançadas através do ERP para um sistema informático que gere a distribuição de trabalho pelo chão de fábrica.

Para que o abastecimento seja eficaz, capaz de responder às necessidades exigidas na altura certa, propôs-se a criação de uma ferramenta de trabalho, de forma a prestar apoio ao operador logístico na gestão do seu trabalho. Ferramenta essa, por exemplo um tablet, que permitiria ao operador ter acesso ao CmNavigo, no qual consegue aceder às ordens de trabalho lançadas, bem como às referências de embalagens e respetivas quantidades necessárias em cada mesa de trabalho.

A proposta foi discutida com os responsáveis da área e confirmou-se ser exequível. Como tal, idealiza-se a criação de uma plataforma, na qual o operador visualiza as necessidades requisitadas por cada mesa de trabalho. À semelhança do que já acontece hoje com os pedidos de Jumbo para serem transformados, os operadores responsáveis pelo processo de embalagem devem requisitar as quantidades exigidas com antecedência. O sistema de requisição de material acaba por ser um kanban digital, incorporado no sistema informático já existente.

O operador deve recolher as embalagens primárias e distribui-las pelas mesas segundo a metodologia do **Picking discreto** (*Pick-to-order*), o qual consiste em recolher todas as referências de embalagens relativas a uma, ou mais, ordens de trabalho. Para isso, o operador percorre a plataforma até que a ordem de trabalho esteja completa. Dentro deste conceito, a recolha das embalagens também pode ser efetuada, simultaneamente, para uma série de ordens de trabalho, na qual o operador coloca os artigos de cada mesa de trabalho num compartimento específico. Para pequenas quantidades e produto com pouca variedade, caso das embalagens secundárias, este método não é vantajoso, devido ao tempo excessivo gasto nos trajetos de picking.

Como tal, caso se verifique exequível a integração das embalagens secundárias na cadeia de abastecimento do operador, sugere-se que o seu **Picking** seja feito **por lote** (*Batch picking*), o qual consiste na recolha da quantidade total requisitada de cada artigo e agrupá-los em lotes para serem posteriormente distribuídos pelas mesas de trabalho. Caso contrário, a aquisição embalagens secundárias permanece manual e feita pelos operadores do processo de embalagem.

Para tal, dimensionou-se o espaço necessário para a zona de abastecimento de cada mesa de trabalho suportar um dia. A variedade de referências de embalagens em curso é muito grande e, como tal, procurou-se saber para cada referência, a capacidade de cada palete adquirida de forma a converter os valores de consumos diários de embalagens em percentagem de paletes consumidas e, assim, perceber o espaço necessário para definir a zona de acumulação de abastecimento. Para o efeito teve-se em conta o consumo diário de embalagens do ano anterior até à data atual, assim como, o aumento de produção de 15%, distribuído pelas respetivas mesas de trabalho. Ora, o consumo que é lido é o consumo total no final do dia pelo que ao projetar a área segundo estes valores já está a ser dada uma margem de segurança, uma vez que as embalagens vão sendo utilizadas e é criado espaço para novas ordens de trabalho. Ainda assim, calculou-se a percentagem de dias em que o consumo diário ultrapassa a dimensão definida.

De forma a otimizar a utilização de espaço do buffer, optou-se por atribuir o espaço equivalente a uma paleta a cada mesa de trabalho (CP) e duas/três paletes (consoante a máquina para as semi-automáticas (CPA)).

Tabela 6: Dimensionamento da zona de abastecimento

Mesa de trabalho	CP3202	CP3203	CP3204	CP3501	CP3511	CP3701
Nr paleta	1	1	1	1	1	2
Consumo > Nr paleta	2,230483%	2,230483%	1,858736%	0,000000%	0,000000%	2,973978%

Mesa de trabalho	CP3702	CP3703	CP3704	CP3705	CPA3801	CPA3802	CPA3803
Nr paleta	1	1	1	2	2	3	3
Consumo > Nr paleta	5%	3%	3%	2%	7,434944%	5,947955%	9,665428%

O operador logístico efetuará o transporte das embalagens entre as plataformas e as mesas de trabalho, através de um abastecimento contínuo, onde este prepara os lotes nas plataformas e coloca os contentores na zona de abastecimento de cada mesa de trabalho. Posteriormente, é, também, responsável por fazer a reposição do stock de embalagens em excesso. Para tal, cada mesa de trabalho deve possuir um contentor (caixa – paleta), devidamente identificado.

#### 4.1.2 Impacto

O transporte de material, nomeadamente as embalagens, representa um custo e contribui para o tempo de processo. Contudo, visto que é indispensável, não podendo ser eliminado, a presente proposta visa reduzir o impacto negativo que este representa atualmente.

Com a implementação deste novo sistema de picking os desperdícios anteriormente apontados são eliminados, veja-se:

##### Fator insegurança

Para além de o picking passar a ser atribuído a uma só pessoa, passa a ser feito apenas por elevação de cargas e descargas através da empilhadora, uma vez que o responsável irá preparar na plataforma os lotes necessários para cada mesa de trabalho. Desta forma, o operador apenas utilizará as escadas para aceder à plataforma, eliminando o fator de insegurança.

##### Procura

Esta situação, apesar de ser reduzida através de algumas mudanças mencionadas mais à frente neste capítulo, é também atenuada através da implementação do novo sistema de picking, uma vez que sendo sempre o mesmo operador a aceder à plataforma, este está familiarizado com a organização da mesma, já que é o responsável por ela.

##### Espera

Se o planeamento for bem feito, o operador responsável pelo processo de embalagem terá sempre disponível no seu buffer o material necessário para executar a sua ordem de trabalho.

##### Stock perdido

Uma vez que o operador responde às necessidades de cada mesa, serão poucos os excessos de stock no chão de fábrica e, nesse caso, tem também a seu cargo a reposição desse stock na plataforma. A situação constante de haver caixas e paletes de embalagens “esquecidas” junto das mesas desaparece, deixando de haver a situação recorrente de não se saber onde está a referência X que está a ser requisitada, evitando o desperdício de tempo consumido na sua procura. Exceto nas situações em que o operador saiba que na ordem de trabalho seguinte esse material seja requisitado, essa gestão é entregue ao mesmo. Assim, tem-se um melhor controlo do stock, contribuindo, também, para a diminuição do tempo consumido à procura de embalagens.

### Transporte

As deslocamentos efetuadas no âmbito de abastecimento de embalagens não são eliminadas uma vez que são necessárias ao processo. No entanto, sendo atribuído um novo cargo para esse propósito, este passa a ser um processo paralelo ao do processo de embalagem, traduzindo-se numa redução do tempo consumido na operação, aproximadamente 40 min por cada mesa de trabalho, numa semana (ver Gráfico 4 e tabela 5).



Gráfico 4: Distância percorrida em deslocamentos no âmbito de abastecimento de embalagens (situação atual)

Tabela 7: Distâncias percorridas e tempo consumido no abastecimento de embalagens (situação atual)

Média Dist percorrida por mesa de trabalho	677	[m]	Tempo ganho na secção	1133	min
Média dist percorrida na secção	34 000	[m]	Tempo ganho na secção considerando abastecimento de buffer	1333	min
Média dist percorrida abastecer o buffer	6 000	[m]	Tempo ganho na secção p/dia	267	min
Média dist total percorrida na secção	40 000	[m]	Tempo ganho na secção p/dia por operador	21	min

Note-se que no gráfico estão representadas vinte e sete mesas de trabalho quando existem apenas treze, as demarcadas. As restantes mesas, que apenas existem informaticamente, são mesas de apoio nas quais os operadores dão entrada no sistema quando é necessária mais mão-de-obra numa determinada ordem de trabalho.

Desta maneira, eliminando os desperdícios, maximiza-se a mão-de-obra, uma vez que o operador deixa de interromper a sua operação, e promove-se uma gestão mais eficiente de recursos e espaço, contribuindo, assim, para um processo mais fluído e progressivo. Veja-se a seguinte figura (Fig.24), em que os traços representam a movimentação do operador e o traço interrompido o fluxo do produto.

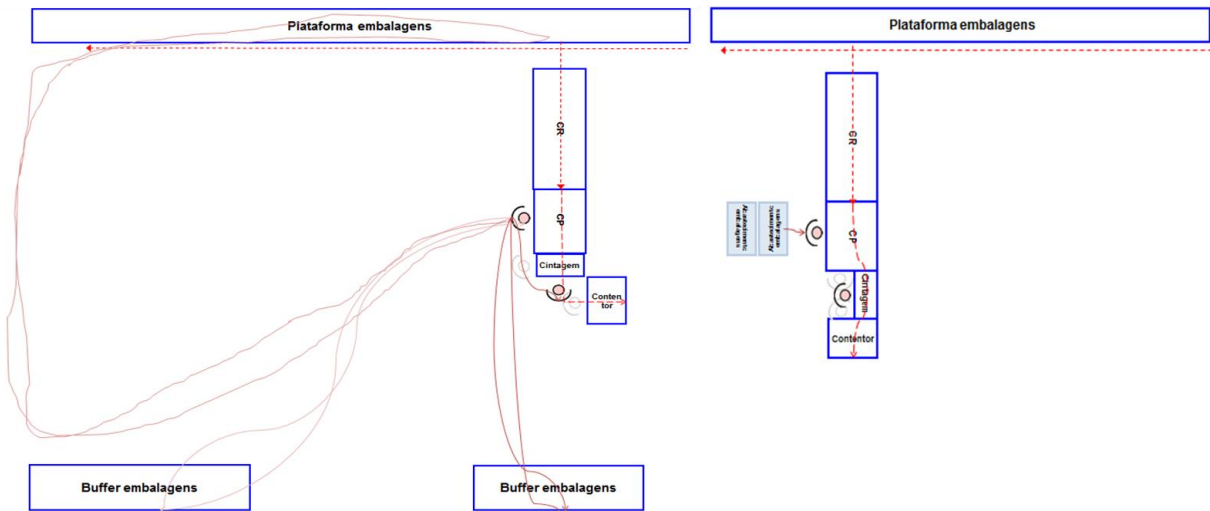


Figura 24: Ilustração de uma mesa de trabalho no estado atual (Esquerdo) e proposto (Direito)

## 4.2 Gestão de Ferramentarias

De maneira a perceber o porquê da situação atual, descrita no capítulo anterior, utilizou-se junto dos operadores a ferramenta dos 5 Why's:

**Problema:** A retificação das ferramentas não é um processo eficiente

**1. Porquê?** Porque 80% das máquinas necessitam de retificação na ferramentaria da zona dos balancés da zona de transformação.

**2. Porquê?** Porque as máquinas necessárias e sistemas de aspiração lá se encontram

**3. Porquê?** Porque houve expansão das instalações e não foi transferida na totalidade os equipamentos ou sistema de aspiração da Ferr.2, pelo que a Ferr.1 não está apta para retificar todas as ferramentas.

**4. Porquê?** Porque para além da implicação de custos, a zona de balancés ainda necessita de um operador para abastecer o supermercado e fazer a manutenção das máquinas. Acontece que esse operador é o mesmo que está responsável pela manutenção das ferramentas de corte das máquinas da secção de transformação. Assim, permaneceu no seu posto a responder a ambas necessidades.

**5. Porquê?** Porque é o único que tem formação para fazê-lo. Assim sendo, este tem de conciliar ambas as áreas.

Perante a situação atual destacaram-se três possíveis cenários com vista à redução das deslocações e, por sua vez, um melhor aproveitamento dos recursos humanos.

Seguindo a conotação utilizada no capítulo em que foi feita a análise da gestão atual nas ferramentarias, têm-se as seguintes propostas:

Proposta B: Transferir o equipamento que satisfaz as necessidades na zona de transformação para a Ferr.1 (sistema de aspiração e outros equipamentos de retificação). Assim, tem-se uma ferramentaria para cada secção. Sendo que o operador trabalharia por turnos nas ferramentarias.

Proposta C: Transferir toda a ferramentaria para a secção de transformação. Ainda que, desta forma, as deslocações entre secções permaneçam, verificou-se ser vantajoso, comparativamente à situação inicial, uma vez que a dependência perante a ferramentaria é muito maior na atual área da transformação. Assim, há uma redução no tempo consumido em deslocações.

É de salientar que em qualquer uma das situações é necessária, ou benéfica, a formação adequada aos operadores responsáveis pela manutenção uma vez que, paralelo ao facto de as máquinas necessárias à retificação e sistema de aspiração estarem na Ferr.2, apenas um operador tem a formação para o fazer. Desta forma, para além de aliviarmos o trabalho do operador, a conciliação das duas ferramentarias permanece possível e em caso do mesmo, por algum motivo, for impossibilitado de realizar o seu trabalho, existe quem o substitua.

Atualmente, já está a decorrer a formação de outro operador. Deste modo, o layout que minimiza os percursos entre as secções e ferramentarias é o layout da proposta B, pelo que seria a mais ideal. Contudo, tendo em conta a ambição de uma futura expansão da fábrica e transferência dos balancés para a zona da transformação, bem como diminuí-los, faz sentido a transferência da Ferr.2 para a Ferr.1, ou seja, a proposta C é a mais indicada.

4.3 Gestão de resíduos

Do estudo incidido na gestão de resíduos, evidenciado no capítulo anterior, verificou-se na rota de recolha de resíduos uma potencial melhoria, resultante da eliminação do desperdício *Muda* detetado: movimentação desnecessária.

Atualmente, as prensas que se destinam à criação de fardos de cartão e plástico localizam-se na área da produção. Ora, feito o levantamento de informação, no qual se envolveu o responsável pela gestão de resíduos, concluiu-se que a zona da transformação gera mais resíduo.

Assim, estudou-se a possibilidade da transferência das prensas para a área da transformação com vista à diminuição das distâncias percorridas, uma vez que para além das prensas passarem a estar no local onde é gerada maior quantidade de resíduos, que se traduz numa maior frequência e, por sua vez, maior número de deslocações, é também a área mais próxima do armazém, pelo que a rota é mais eficiente.

Veja-se o novo diagrama Spaghetti com a nova localização das prensas (Figura 25).



Figura 25: Diagrama de Spaghetti com a nova localização das prensas

Consequentemente, há uma redução do tempo despendido na recolha de resíduos. Tendo em conta que o tempo consumido em deslocações é diretamente proporcional à distância percorrida na mesma, para efeitos comparativos, concentrou-se na distância percorrida na recolha de cartão e plástico, antes e após a mudança da localização das prensas

Neste preciso momento são produzidos em média três fardos de cartão e um fardo de plástico por semana. Sendo que um fardo de cartão é o equivalente a 400Kg e um fardo de plástico a 300Kg. Veja-se, então, o impacto da realocação das prensas, assumindo que o resíduo de plástico é somente gerado pela produção (pior cenário possível, não real).

Tabela 8: Distâncias percorridas Estado atual Vs Proposta

Qtd	Transformação		Produção		
		[kg]			[kg]
Capacidade 1 contentor	1 140,0	[kg]	60,0	300,0	[kg]
	117,0	[kg]	117,0	117,0	[kg]
Nr de deslocações	9,7		0,5	2,6	3,1
Estado atual Dist percorrida [zona acum. - prensa]	2 494,4	[m]	-	-	-
Proposta Dist percorrida [zona acum. - prensa]	-	[m]	125,1	625,6	750,8
Estado atual Dist percorrida [zona acum. - prensa]	2 494,4	[m]			
Proposta Dist percorrida [zona acum. - prensa]	750,8	[m]			
Redução	70%				

Confirmando-se, assim, o ganho em realocar as prensas na área da transformação, com uma redução de cerca de 70% nas distâncias percorridas.

## 4.4 Produtos e Volumes

### 4.4.1 Consumíveis - Embalagens

Tendo em conta que as embalagens se encontram numa plataforma, de forma a reduzir as distâncias percorridas no picking, é crucial a presença de um buffer intermédio de embalagens no chão de fábrica.

Para tal, é necessário estudar o comportamento das flutuações de consumos das diferentes referências de maneira a dispor no buffer aquelas com maior rotatividade. Esta análise à rotatividade dos Skus deve ser periódica, visto que durante os ciclos de produção a rotatividade pode sofrer variações.

Deste modo, efetuou-se a análise ABC aos produtos de embalagens e conclui-se que da seleção atual de vinte e dois Skus, cinco não justificam a sua presença, tanto pela contagem de vezes que é requisitado, como pela quantidade requisitada. Por outro lado, identificaram-se outros três produtos que se adequam ao propósito. Vejam-se os gráficos que ilustram os consumos de 2016, em que o traço preto horizontal representa a capacidade média de uma paleta:

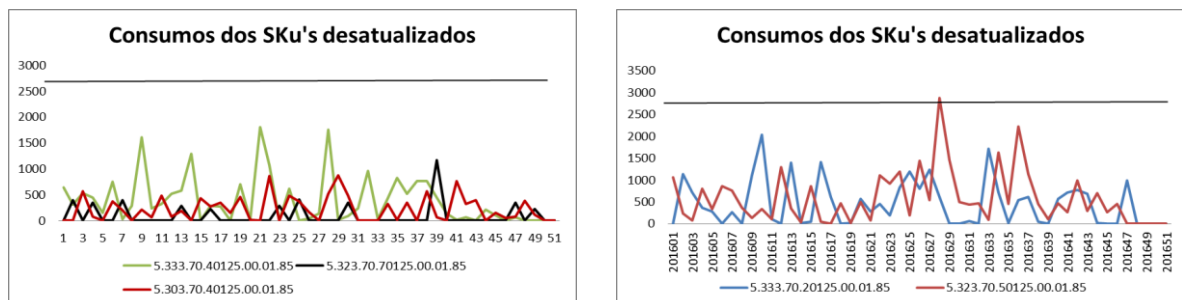


Gráfico 5: Quantidades consumidas por semana dos Skus a remover do buffer

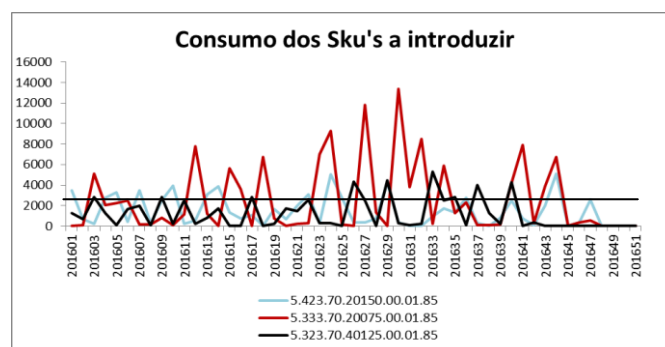


Gráfico 6: Quantidades consumidas por semana dos Skus a introduzir no buffer

Assim sendo, propôs-se a atualização do atual buffer de embalagens no chão de fábrica tendo em consideração as observações evidenciadas nos gráficos suprajacentes.

Ora, para além de se revelar necessária uma atualização na classificação ABC das diferentes referências de embalagens, verificou-se que a falta de corredores definidos, coerência e identificação de referências leva a uma perda de tempo na procura de embalagens no picking.

O desperdício detetado seria resolvido através da organização das embalagens na plataforma consoante a sua rotatividade, ou seja, os produtos de classe A são colocados nas proximidades



da zona de cargas e descargas (à direita e esquerda), à medida que se afasta da mesma zona estão os produtos com menos rotatividade. O espaço para cada linha de produto contém a devida identificação, a qual pode ser mudada consoante a necessidade de adaptação.

Devido à falta de espaço, delineou-se que os produtos com maior consumo (Classe A) dispõem de uma ou mais colunas por referência (consoante a quantidade encomendada), enquanto as restantes colunas podem ter diferentes referências, uma vez que as quantidades movimentadas são sempre inferiores a uma paleta.

Na concepção do desenho de corredores na plataforma teve-se em consideração as larguras necessárias para a movimentação de paletes e pessoas. Assim sendo, tem-se o corredor principal no qual circula o porta-paletes e a separar cada par de colunas tem-se um corredor de movimentação de pessoas.

Em adição, verificou-se ser compensatória a presença de dois porta-paletes na plataforma, bem como a atribuição de um lugar fixo para o mesmo, junto de ambas as escadas. Isto porque sempre que um operador se dirige à plataforma tem que se deslocar até ao porta paletes que se encontra onde o ultimo operador o deixou, pelo que a deslocação efetuada no picking diminui.

Assim, em anexo (ver anexo B e C), disponibilizam-se os desenhos com os corredores definidos para as duas plataformas, com espaço, também delineado e futuramente identificado, destinado à acumulação de resíduo e localização do porta-paletes. Seguindo a ordem em que são apresentados os desenhos, tem-se na seguinte tabela (Tabela 8) a sua capacidade e necessidade, em paletes.

Tabela 9: Capacidade em paletes de cada cenário

Necessidade [plts]	Capacidade [plts]	Margem de segurança
153	<b>210</b>	29%
119	<b>176</b>	15%
163	<b>220</b>	32%
117	<b>174</b>	14%

#### 4.4.2 Proposta de alteração de paletes

A substituição das paletes de madeira utilizadas no chão de fábrica por paletes de plástico surgiu da necessidade de responder a objetivos diários, como o aspeto ergonómico, aproveitação eficiente do espaço disponível e redução de resíduos.

Ora, a redução de resíduos começa com a utilização de produtos com maior ciclo de vida, susceptíveis a serem reutilizáveis ou recicláveis, é o caso das paletes de plástico, as quais conservam a sua forma intacta por um período de vida mais longo. Com a eliminação das paletes de madeira vem também o término das lascas de madeira e pregos soltos. Estima-se que a duração média de uma paleta de plástico possa ser cinco vezes superior às paletes de madeira, com uma maior resistência às condições a que é sujeita. Assim, realça-se, também, o fator económico, paralelo ao facto de a paleta de plástico apresentar um maior valor residual, pelo que o seu investimento tem um maior retorno.

É de salientar o fator ergonómico que resulta da redução de peso (entre 50%-80% de redução de peso) e, por isso, facilita a sua manipulação, conferindo, assim, uma redução do fator de risco e probabilidade de dano aos utilizadores.

Para além disso, dado que as paletes de plástico não se deterioram tão depressa nem criam resíduo (aparas e lascas), proporcionam um ambiente de trabalho mais limpo e com melhor impacto visual.

Por fim, no caso das paletes com patins empilháveis, há uma melhor aproveitação de espaço no chão de fábrica quando estas não estão a ser utilizadas. Seria o caso das paletes utilizadas para acumular o refugo, alguns resíduos e possivelmente buffer de discos.

Atualmente, devido à necessidade de respeitar fatores ergonómicos, são necessárias três europaletes de madeira para alcançar a altura ideal de manuseio do produto acabado nos buffers. Para além de promover uma utilização mais ergonómica devido à redução significativa de peso, há, também, uma utilização mais eficiente de espaço visto que o facto de serem empilháveis exige menos espaço de arrumação.

Para além do produto acabado, são também utilizadas paletes na acumulação de consumíveis (embalagens) e resíduo. No entanto, para efeitos de cálculo de número de paletes de plástico a adquirir, apenas é tido em consideração o produto acabado e resíduo, uma vez que as embalagens são encomendadas e chegam já paletizadas, pelo que não se justifica a sua manipulação.

#### 4.5 Gestão Visual - Organização geral do Layout

A projecção de um novo layout de fluxo progressivo, limpo e flexível, com vista a otimizar a utilização do espaço da secção passa por, inicialmente, estudar os processos e respetivos fluxos, assim como, posteriormente, definir e dimensionar os produtos e volumes existentes.

Atualmente, há uma falta de definição e identificação de buffers e zonas de acumulação, que leva a uma perda de tempo no transporte dos produtos em curso.

Assim, após o dimensionamento e organização dos buffers de material em curso, componentes e consumíveis, propôs-se uma determinada disposição dos produtos. Veja-se nas seguintes figuras o estado atual (Fig.26) e o estado proposto (Fig.27).



Figura 26: Disposição atual dos produtos na secção



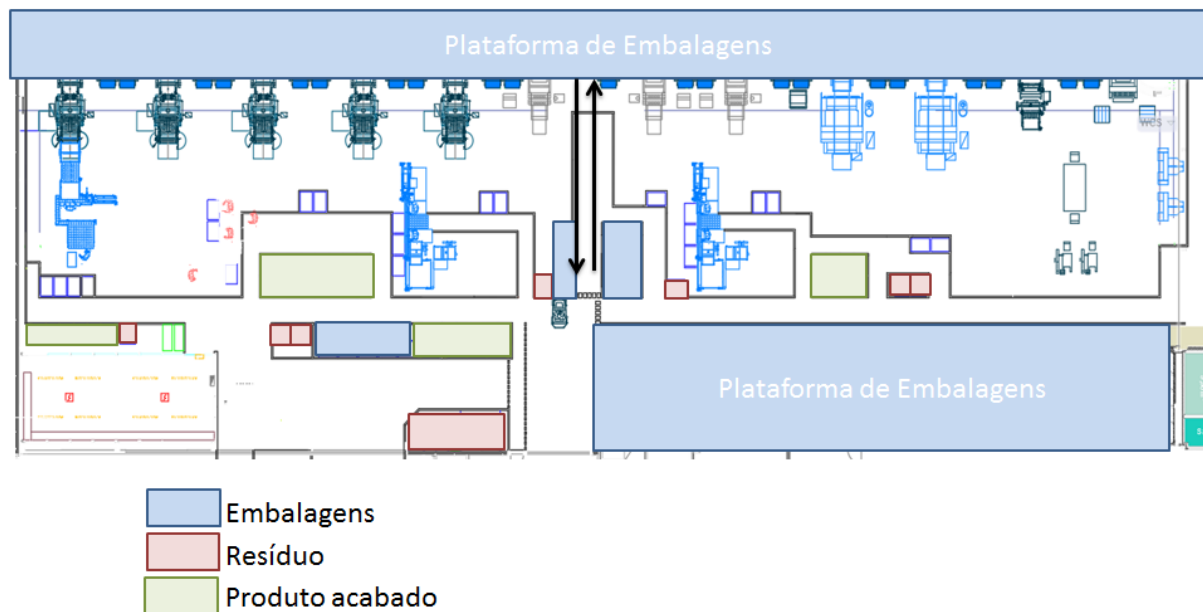


Figura 27: Proposta de melhoria para a disposição dos produtos

As figuras 26 e 27 ilustram as alterações propostas que conferem ao chão de fábrica organização e uma gestão mais eficiente do espaço disponível.

Atualmente, o novo sistema de picking proposto não está ainda implementado, contudo, sendo essa a intenção, é necessário haver para cada mesa de trabalho um espaço destinado à acumulação do abastecimento das embalagens, o qual foi estabelecido e identificado, representado nas figuras por um traço fino azul. Em adição, deixa de existir stock perdido e distribuído pelo chão de fábrica.

Para além disso, uma vez que o picking passará a ser atribuído a um operador apenas, propõe-se a alteração da localização do buffer intermédio para junto do agora definido corredor de acesso à plataforma, onde decorrem as cargas e descargas. Desta maneira, as deslocações consumidas no abastecimento do buffer são diminuídas.

Para o dimensionamento tanto dos buffers de produto acabado, como para a zona de acumulação de resíduo, diferenciou-se o chão de fábrica por zonas. Assim, a estipulação de um espaço para acumular o produto acabado não só é possível, como está devidamente organizado e distribuído pelo chão, para que o acesso a este seja facilitado e consuma menos tempo no processo.

Desta forma, diminui-se a movimentação dos produtos, contribuindo para a redução do consumo de tempo em deslocações e para uma organização do chão de fábrica, crucial para o bom funcionamento das operações.

Por fim, disponibiliza-se em anexo (ver anexos D a G) as diferentes propostas para demarcação do layout com os buffers de componentes devidamente organizados e corredores de circulação definidos.

## 5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

### 5.1 Conclusões

A presente dissertação advém da necessidade de minimizar desperdício na área de transformação, com vista à otimização da utilização dos recursos disponíveis, tais como: recursos humanos, físicos e temporais.

O estudo dos atuais fluxos, disposição de materiais e análise dos produtos e volumes existentes possibilitou a avaliação do processo e identificação de cenários suscetíveis de melhoria. Com o desenvolvimento do projeto e análise das tarefas realizadas pelos operadores, com o registo das distâncias percorridas e tempos associados, verificou-se que o operador consome muito tempo em deslocações.

Este tempo deve ser melhorado, pois representa um custo e não agrega valor ao produto final. Tendo em conta que o tempo de deslocação é proporcional à distância do trajeto percorrido, a redução das distâncias é considerada como o principal objetivo na otimização no presente projeto.

A análise dos processos através do levantamento de informação e utilização de ferramentas Lean permitiu a percepção de algumas situações estranguladoras do processo que, por sua vez, promoveram o desenvolvimento de propostas de melhoria.

A proposta da implementação de um novo sistema de picking, o qual passa a ser atribuído a apenas um operador, o operador logístico, visa a eliminação dos desperdícios identificados no sistema de picking atual. Dado que o operador responsável pelo processo de embalagem deixa de interromper a sua operação, o fluxo do processo é mais fluído e progressivo, através da eliminação do tempo consumido à espera, à procura e na aquisição das embalagens. Estima-se que numa semana, com a implementação do novo sistema, o ganho seja de aproximadamente 3 FTE's. Para além disso, resultará, também, numa gestão mais eficiente de recursos, materiais e espaço, contribuindo, assim, para uma melhor organização de espaço e maximização do uso de espaço e mão-de-obra.

Por outro lado, tendo em conta que o objetivo é minimizar o tempo de processo na área da transformação, verificou-se uma potencial melhoria no processo de retificação de ferramentas, no sentido em que revela ser ineficiente devido à distância a que uma das ferramentarias se encontra. Mais uma vez evidenciou-se um mau aproveitamento dos recursos humanos na manutenção das ferramentas de trabalho, uma vez que consomem grande parte do seu tempo em deslocações. As propostas de soluções de melhoria visam reduzir essas deslocações, ou mesmo eliminá-las, através da transferência dos equipamentos necessários para a ferramentaria mais próxima (da secção) ou através da formação de mais operadores para que a distribuição da carga de trabalho possa ser mais equilibrada.

A análise que incidiu sobre a recolha de resíduos revelou que a localização atual das prensas responsáveis pela criação de fardos não é a mais eficiente, na medida em que a deslocação percorrida pelo operador responsável pode ser significativamente reduzida com a sua

alteração. Do estudo, conclui-se que a criação de resíduo provém maioritariamente da secção da transformação e não da secção da produção, onde se encontram as prensas. Deste modo, a frequência de recolha de resíduos é maior na área da secção da transformação, ou seja, transferir as prensas para a zona responsável pela maior percentagem de resíduo gerado resulta na redução de deslocações (uma redução de cerca de 70% na distância percorrida) e, por sua vez, no tempo consumido nas mesmas.

Para além da identificação de fontes de desperdício e apresentação de soluções de melhoria, o projeto passou, também, por definir e dimensionar os produtos e respetivos buffers inerentes ao processo presentes na secção em estudo. Por conseguinte, a projeção do layout da secção com vista a otimizar a utilização do espaço, resultando na diminuição de movimentação de material em curso de produção e melhor organização do chão de fábrica, promovendo hábitos de trabalho. Assim, a demarcação de corredores e zonas de acumulação traduz numa melhoria de produtividade de tarefas de armazenagem e facilita a percepção de desperdício e introdução de novas melhorias.

## **5.2 Perspetivas de trabalho futuro**

No âmbito da análise realizada, assim como da perspetiva de melhorias com a implementação propostas apresentadas, é crucial a realização de um estudo para avaliar a viabilidade da implementação das propostas de melhoria apresentadas na presente dissertação.

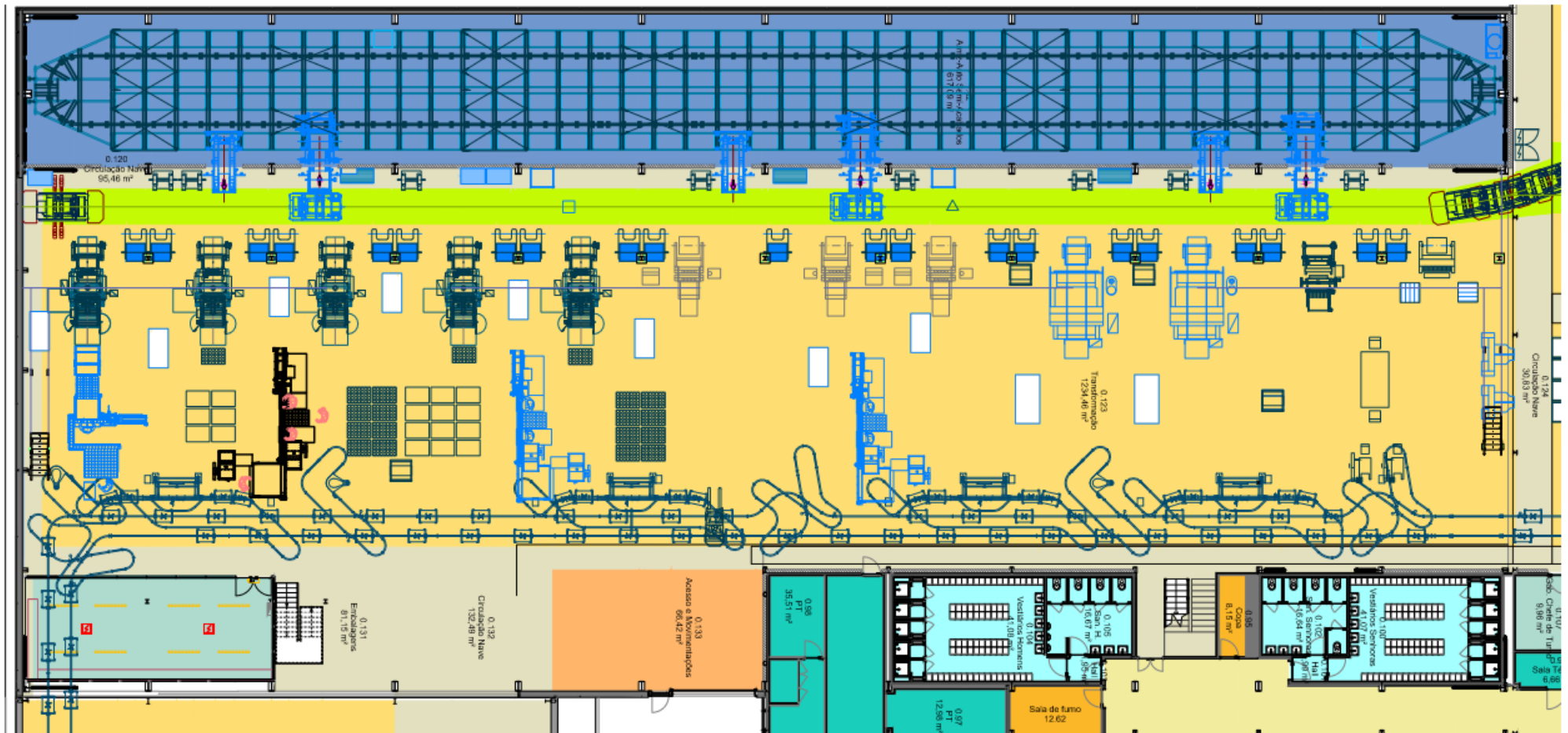
Numa perspetiva processo de melhoria contínua, o estudo e a eliminação de desperdícios devem ser dinâmicos, pelo que é sugerida a introdução de um pensamento Lean com foco no Gemba, como a introdução rigorosa dos 5's e gestão visual no chão de fábrica, seguida de uma auditoria autónoma e diária. Paralelamente, sugere-se a implementação do Kaizen diário nas equipas de trabalho com vista à interiorização da melhoria contínua em todos os operadores.

Tendo em conta que a empresa ambiciona aumentar a sua produção e possivelmente uma futura expansão das infraestruturas, aconselha-se a incorporação de um espaço destinado ao armazenamento das embalagens ao mesmo nível do chão de fábrica devido à alta frequência com que estas são requeridos. Para além disso, seria possível um armazenamento mais dinâmico, utilização mais eficiente de espaço e facilitaria a implementação de um comboio logístico.

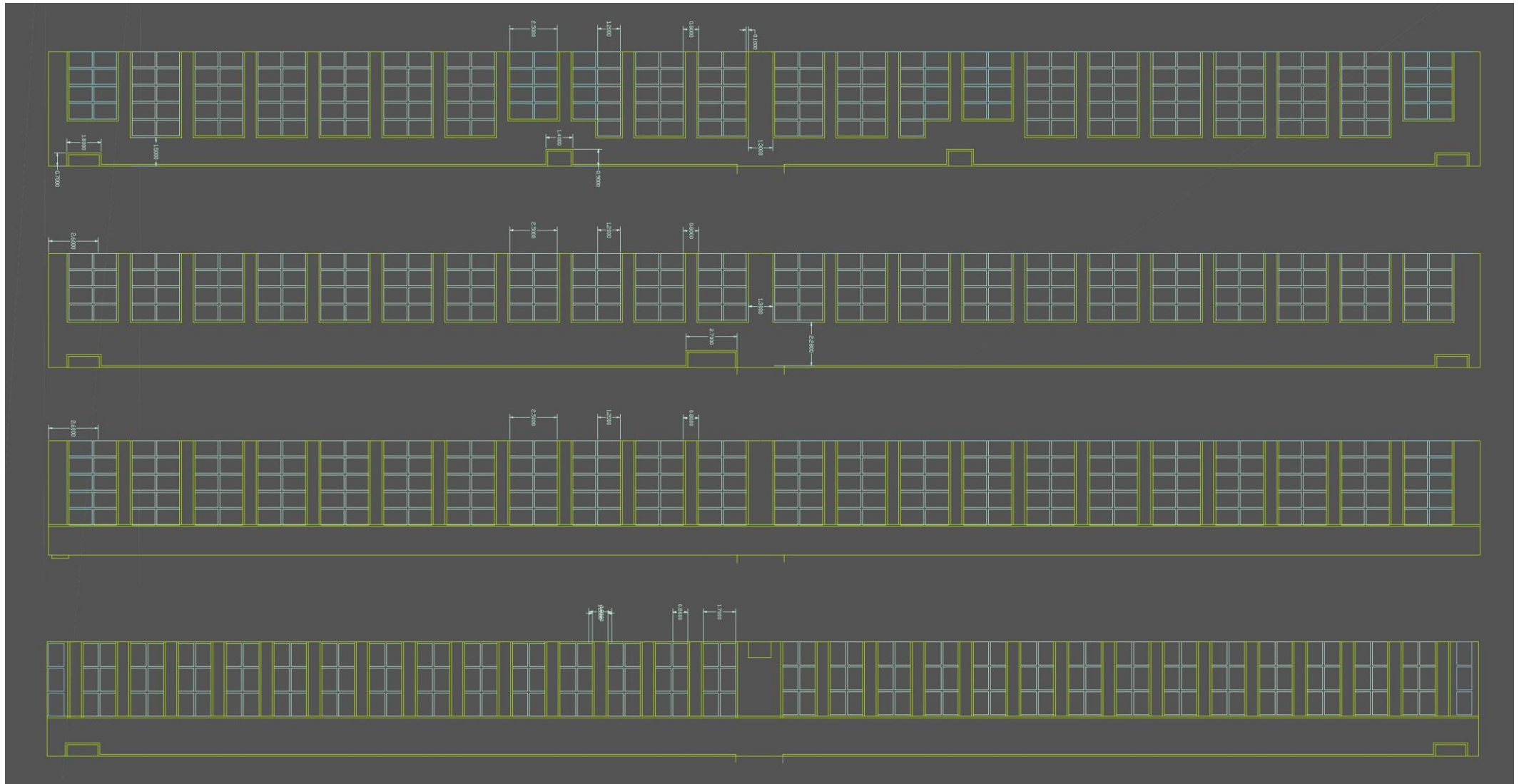
## Referências

- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2004). Operations management for competitive advantage. Boston: McGraw-Hill Irwin .
- Jacobs, F. Robert, Richa<http://www.indasa-abrasives.com/pt/en/rd> B. Chase e Nicholas Aquilano. 2011. Operations and supply chain management. Vol. Global ed, The McGraw-Hill/Irwin series operations and decision sciences. New York: McGraw-Hill
- Coimbra, E. A., 2013. Kaizen in Logistics & Supply Chains. 1st ed. s.l.:McGraw-Hill Education.
- Drira, A.; Pierreval, H.; Hajri-Gabouj, S. 2007 Facility layout problems: A survey. Annual Reviews in Control, volume 31, n.º 2, p. 255–267.
- Mohd. Asif Hasan, Joseph Sarkis, Ravi Shankar 2012, “Agility and production flow layouts: An analytical decision analysis”, Computers & Industrial Engineering, 62, 898–907.
- Imai, M. (1997). Gemba Kaizen: A Commonsense Low-cost Approach to Management. New York: McGraw-Hill Professional
- Indasa, (s.d). Acedido a 24 de Maio de 2017 de <http://www.indasa-abrasives.com/pt/en/>
- Liker, J.K. & Meier, D. (2006). The Toyota Way Fieldbook. McGraw-Hill.
- Martins, P. G.; Laugeni, F. P.2000. Administração da produção.2ªedição. São Paulo, Editora Saraiva;
- Neves, R. P. L. (2009). Projecto de melhoria da logística hospitalar do Hospital Infante D. Pedro. Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Rother, M.; Shook, J. Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999
- Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 1990. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York: Rawson Associates.

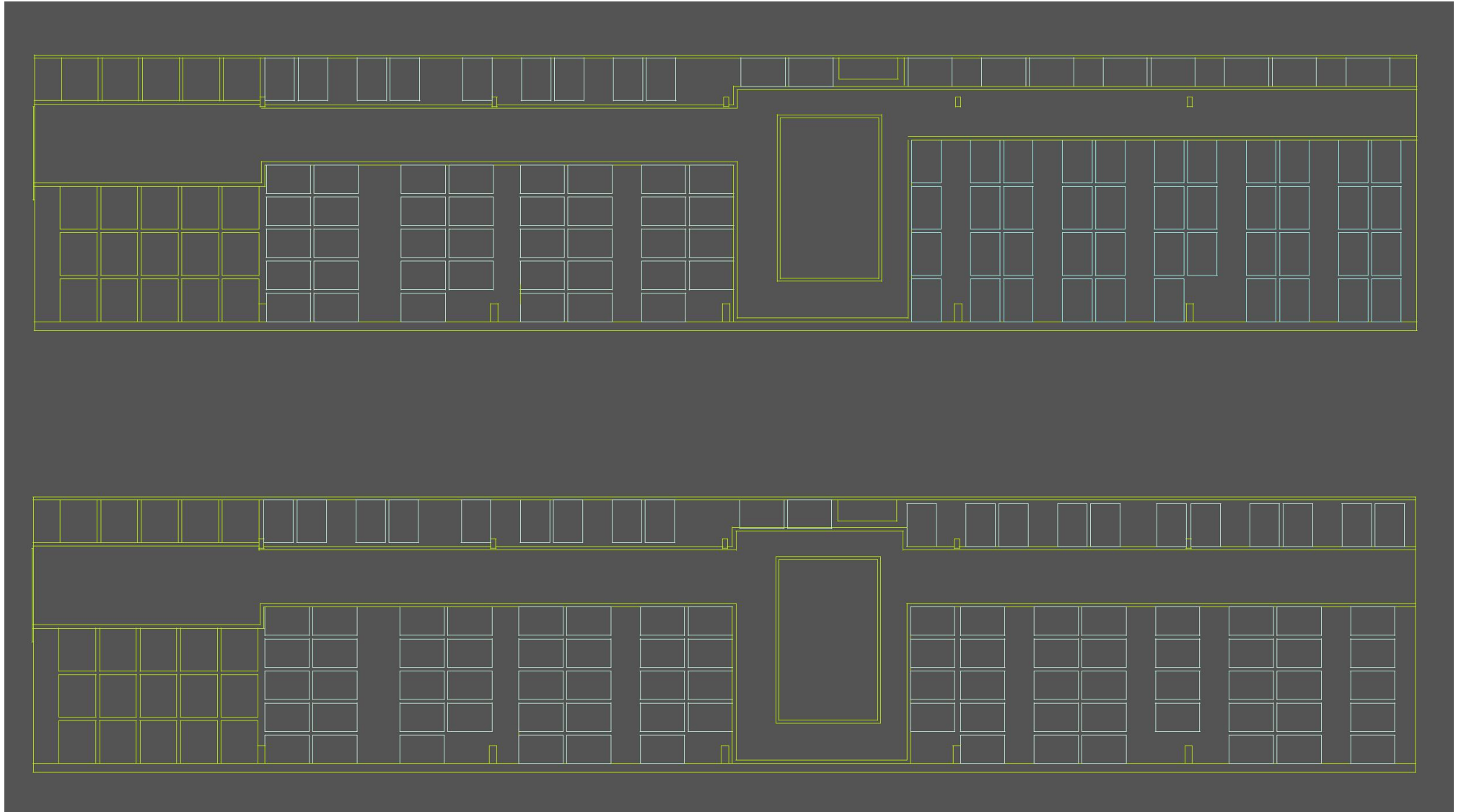
## Anexo A: Estado inicial do layout da Secção



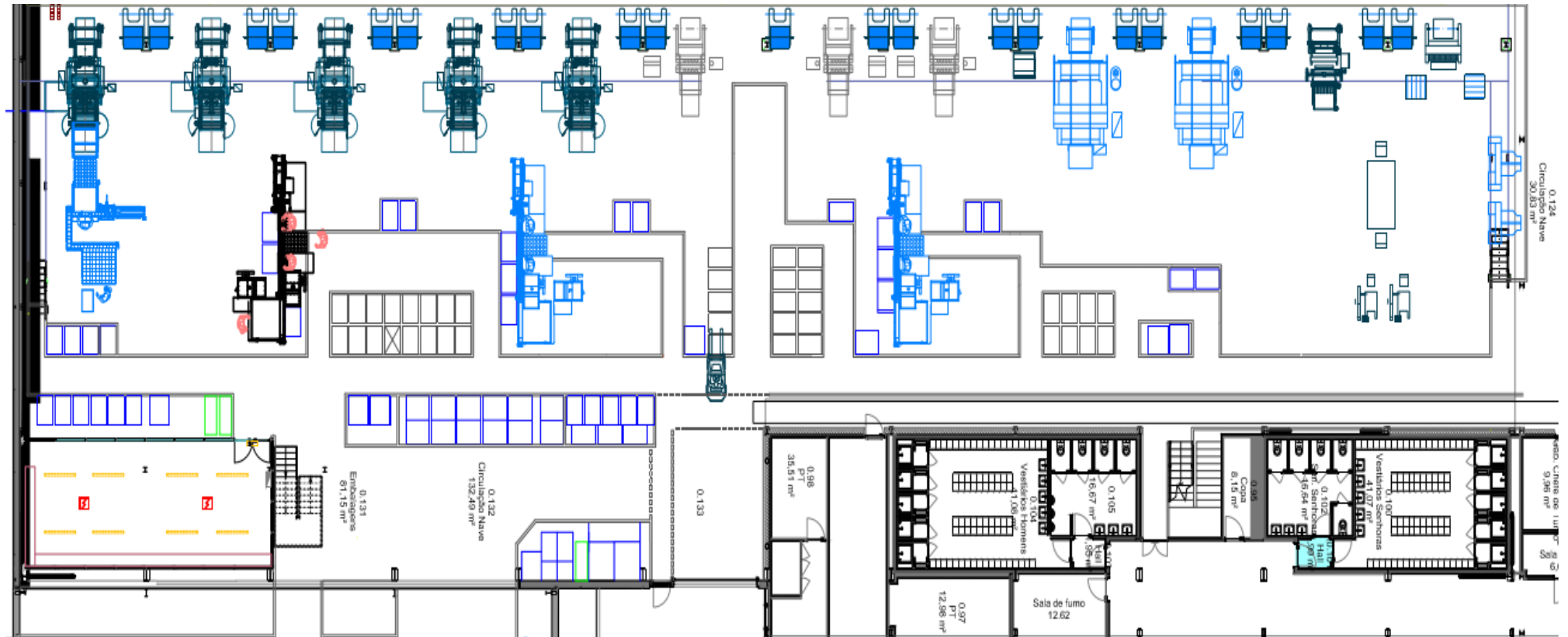
## Anexo B: Proposta de Layout para a plataforma 1



## Anexo C: Propostade Layout para a plataforma 2

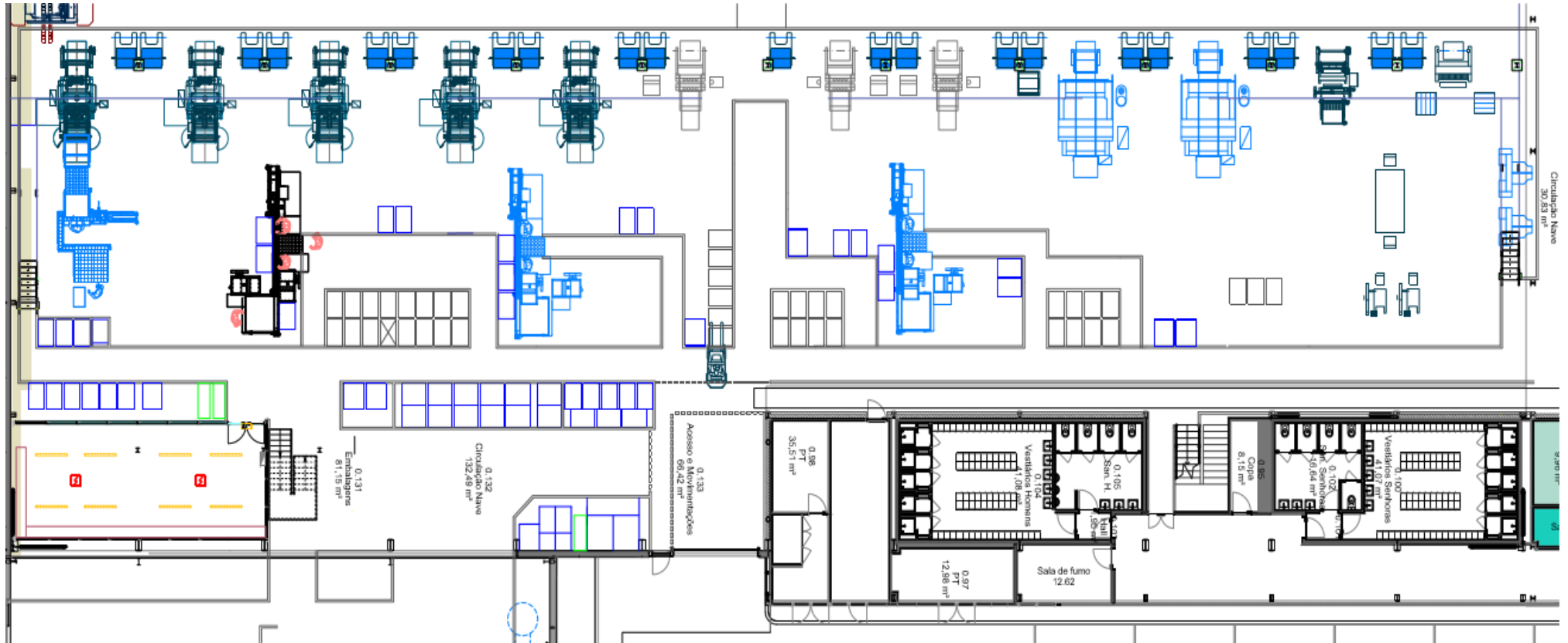


## Anexo D: Proposta de Layout da secção

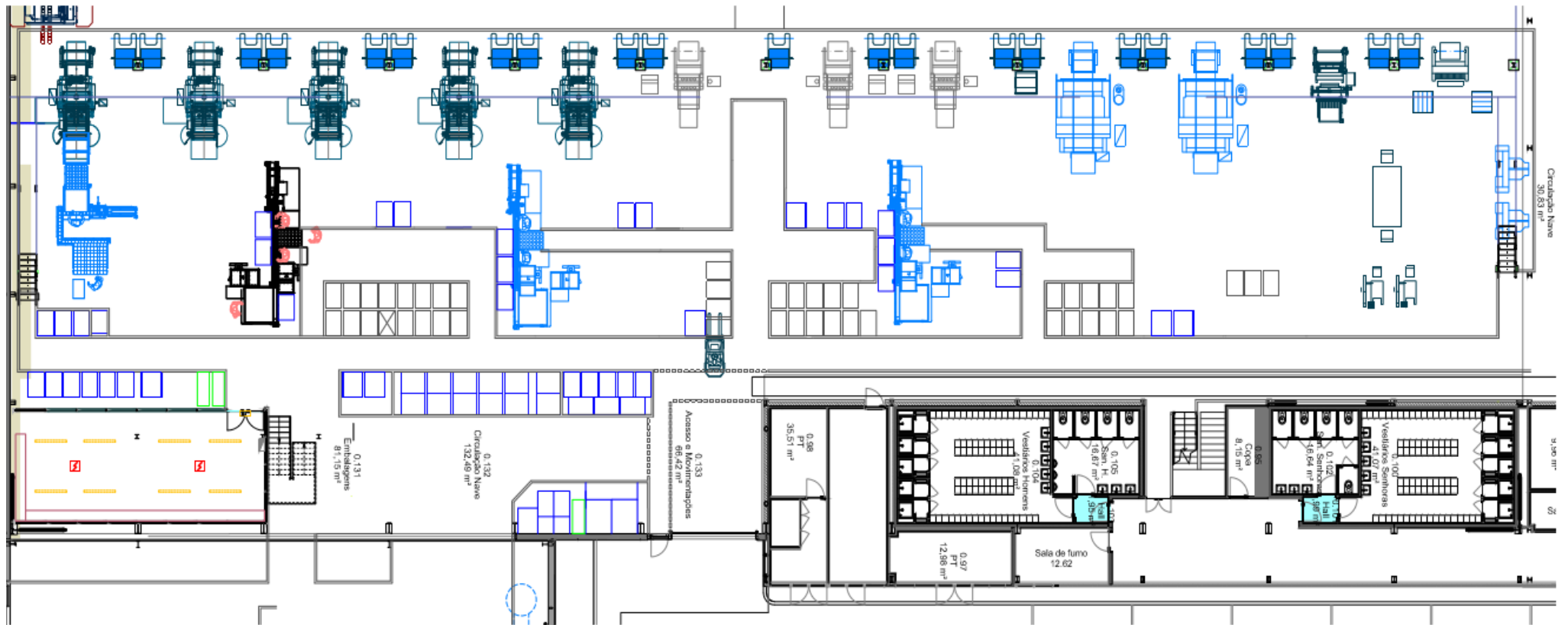




## Anexo E: Proposta de Layout da secção



## Anexo F: Proposta de Layout da secção



## Anexo G: Proposta de Layout da secção

